DOCUMENTO Nº1.

MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

REGISTRO EDICIÓN DE DOCUMENTOS

VERSIÓN	FECHA	OBJETO DE LA EDICIÓN	REDACTADO	REVISADO	APROBADO
00	Febrero 2021	FASE 1. Trabajos Previos	MBD	SGR	CGA
00	Abril 2021	FASE 2. Avance Proyecto Construcción	MBD	SGR	CGA
00	Julio 2021	FASE 3. Definición de elementos constructivos	MBD	SGR	CGA
01	Octubre 2021	FASE 4. Proyecto de Construcción.	MBD	SGR	CGA
02	Noviembre 2021	FASE 4. Proyecto de Construcción tras supervisión.	MBD	SGR	CGA
03	Diciembre 2021	FASE 4. Proyecto de Construcción tras la segunda supervisión.	MBD	SGR	CGA
04	Abril 2022	FASE 5. Proyecto de Construcción tras las Supervisiones del Ayuntamiento	MBD	SGR	CGA
05	Septiembre 2022	FASE 6. Proyecto de Construcción.	MBD	SGR	CGA

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES Y OBJETO 1
2 CONDICIONANTES 3
2.1 CONDICIONANTES FÍSICOS: 4
2.2 CONDICIONANTES FUNCIONALES 7
3 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA 7
3.1 CRITERIOS DE DISEÑO 7
3.2 EL PASEO VERDE DEL SUROESTE: CONTEXTO Y CONCEPTO 8
3.3 SOLUCIONES A LA MOVILIDAD 10
3.4 EL NUEVO TÚNEL DE LA A-5 12
3.5 URBANIZACIÓN 13
4 TRABAJOS REALIZADOS 15
4.1 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA 15
4.2 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA 16
4.2.1 Introducción 16
4.2.2 Datos climáticos generales 17
4.2.3 Clasificación climática 17
4.2.4 Hidrología 17
4.3 PLANEAMIENTO 21
4.3.1 INFORMACIÓN URBANÍSTICA 21
4.3.2 Situación, ubicación y delimitación 21
4.3.3 Planeamiento vigente 21
4.3.4 Plan general de ordenación urbana de madrid (pgoum-97) 21
4.3.5 Áreas de Ordenación Especial (AOE) 28
4.3.6 Áreas de Planeamiento Específico (APE) 29
4.3.7 Áreas de Planeamiento Incorporado (API) 29
4.3.8 Otras figuras de planeamiento urbanístico 30
4.3.9 Conclusiones 30
4.4 AFECCIÓN A EDIFICACIONES 32
4.4.1 Inventario de edificaciones 32
4.4.2 Metodología de análisis 32
4.4.3 Resultados obtenidos 32
4.4.4 Plan de monitoreo 33
4.4.5 Magnitudes a controlar 33
4.4.6 Desarrollo del plan de monitoreo 33
4.4.7 Plan de contingencia 34
4.5 ESTUDIO DE MOVILIDAD 35
4.5.1 Análisis situación futura 35
4.5.2 Cálculo de la funcionalidad del tronco en el periodo de proyecto 39
4.5.3 Visión microscópica 41
4.5.4 Impacto sobre la movilidad de los vehículos a motor. Efecto del túnel 45
4.6 MOVILIDAD PEATONAL Y CICLISTA. 50
4.7 IMPACTO MEDIOAMBIENTAL 50
4.7.1 Cálculo de emisiones con tráfico en hora punta y en un día laborable 50
4.7.2 Categoría de tráfico para cada tramo de proyecto 54
4.8 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA 54
4.8.1 Geología 54
4.8.2 Estratigrafía y litología 54
4.8.3 Geología local 55
4.8.4 Geomorfología 55
4.8.5 Tectónica 56
4.8.6 Marco hidrogeológico 56
4.8.7 Sismicidad 57
4.8.8 Particularidades detectadas 57
4.9 PROCEDENCIA DE MATERIALES, YACIMIENTOS CANTERAS Y PRÉSTAMOS 58
4.9.1 Yacimientos y canteras detectados 59
4.9.2 Vertederos 60
4.9.3 Propuesta inicial de utilización de yacimientos y canteras 60
4.10 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA REALIZADA 60
4.10.1 Prospecciones de campo 60
4.11 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL TERRENO 62
4.11.1 Relleno antrópico 62
4.11.2 Arena de miga 63
4.11.3 Arena tosquiza 64
4.11.4 Tosco arenoso 65
4.11.5 Tosco 66
4.11.6 Parámetros geotécnicos para el diseño de pantallas continuas 67
4.12 HIDROGEOLOGÍA 68
4.12.1 Hidrogeología local 68
4.12.2 Piezometría 68
4.12.3 Permeabilidad 71
4.12.4 Quimismo del agua 71
4.12.5 Posible afección a las aguas superficiales 71
4.12.6 Posible afección a las aguas subterráneas 71
4.13 GEOTECNIA DE CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS 71
4.13.1 Cimentaciones superficiales en terreno de la Facies Madrid (arena de miga y suelos tosquizos) 71
4.13.2 Cimentaciones profundas 72
4.14 TRAZADO GEOMÉTRICO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS 72
4.14.1 Introducción 72
4.14.2 Condicionantes 72
4.14.3 Criterios de diseño 74
4.15 FIRMES Y PAVIMENTOS 79

4.16 DRENAJE ... 80
4.16.1 Hidrología y caudales de diseño ... 80
4.16.2 Bases de diseño ... 81
4.16.3 DRENAJE DEL TÚNEL ... 81
4.16.4 Drenaje cubierta e impermeabilización del túnel ... 82
4.16.5 Drenaje en urbanización y viales de superficie ... 83
4.17 ESTRUCTURAS Y OBRA CIVIL DEL TÚNEL ... 87
4.17.1 Descripción general ... 87
4.17.2 Deconstrucción de estructuras existentes ... 88
4.17.3 Proceso constructivo del Cut & Cover. ... 91
4.17.4 Secciones tipo estudiadas ... 92
4.17.5 Estructuras de los enlaces ... 95
4.17.6 Estructura de conexión con el túnel existente ... 97
4.17.7 Estaciones de ventilación ... 97
4.17.8 Pasos de vehículos y puertas de conexión ... 100
4.17.9 Salidas de emergencia ... 100
4.18 INSTALACIONES DEL TÚNEL ... 100
4.18.1 Introducción ... 100
4.18.2 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN ... 101
4.18.3 PRESURIZACIÓN SALIDAS DE EMERGENCIA ... 103
4.18.4 VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN DE CUARTOS TÉCNICOS ... 103
4.18.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA ... 103
4.18.6 INSTALACIÓN DE ALUMBRADO ... 104
4.18.7 INSTALACIÓN CONTRAINCENDIOS ... 106
4.18.8 INSTALACIÓN DE DETECCIÓN DE INCENDIOS ... 106
4.18.9 INSTALACIONES ESPECIALES ... 107
4.18.10 INSTALACIÓN POSTES SOS ... 107
4.18.11 INSTALACIÓN DE CCTV Y DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCIDENTES ... 107
4.18.12 INSTALACIÓN DE MEGAFONÍA ... 108
4.18.13 INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VARIABLE Y SEMAFORIZACIÓN ... 108
4.18.14 DETECCIÓN DE GASES. CONTROL DE VENTILACIÓN ... 109
4.18.15 INSTALACIÓN DE CONTROL DE ACCESO AL TÚNEL ... 110
4.18.16 INSTALACIÓN DE CONTROL DE AFOROS Y ESTACIÓN DE TOMA DE DATOS ... 110
4.18.17 INSTALACIÓN DE RADIOCOMUNICACIONES ... 110
4.18.18 INSTALACIÓN DE RED DE TRANSMISIÓN DE DATOS ... 111
4.18.19 PLC REDUNDANTE DE CONTROL ... 112
4.18.20 UCD UNIDAD DE CONTROL DISTRIBUIDO DE TÚNEL ... 112
4.18.21 GESTIÓN CENTRALIZADA DE TÚNEL. CONTROL DE INSTALACIONES E INTEGRACIÓN DE SEÑALES ... 113
4.18.22 INSTALACIÓN DE CONTROL DE ACCESOS A CUARTOS TÉCNICOS ... 114
4.18.23 SEÑALIZACIÓN DE TUNEL DE ACUERDO A SISTEMA DE REFERENCIA PARA LA NUEVA M-30 ... 114
4.18.24 SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN ... 114
4.19 ACABADOS DEL INTERIOR DEL TÚNEL ... 115
4.20 SOLUCIONES A LA MOVILIDAD DURANTE LAS OBRAS ... 116
4.20.1 Introducción ... 116
4.20.2 Criterios generales durante la construcción y afecciones a la movilidad ... 116
4.20.3 Plan de Contingencia ... 118
4.20.4 Emisiones atmosféricas: humos, gases, polvo, contaminación acústica y vibraciones ... 118
4.20.5 Señalización de obras para vehículos ... 119
4.20.6 Señalización de obras para peatones ... 119
4.20.7 Semaforización en fase de obra ... 119
4.21 ESTUDIO DE LA ORGANIZACIÓN, DESARROLLO DE LAS OBRAS Y AFECCIONES A LA MOVILIDAD ... 120
4.21.1 Accesos principales a la obra ... 120
4.21.2 Descripción de las fases de tráfico y obra ... 120
4.22 MODELIZACIÓN DEL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS ... 122
4.23 PROYECTO DE URBANIZACIÓN ... 123
4.23.1 CRITERIOS DE DISEÑO DE LA URBANIZACIÓN ... 123
4.23.2 SECCIONES DE VIALES EN SUPERFICIE Y PEATONALES ... 128
4.23.3 FIRMES Y PAVIMENTOS ... 129
4.23.4 SUELO ESTRUCTURAL ... 132
4.23.5 PAVIMENTOS DRENANTES ... 133
4.23.6 ALUMBRADO PÚBLICO ... 133
4.23.7 Criterios de diseño ... 133
4.23.8 JARDINERÍA ... 135
4.23.9 RED DE RIEGO ... 136
4.23.10 MOBILIARIO URBANO ... 136
4.24 INTEGRACIÓN AMBIENTAL ... 139
4.24.1 Introducción ... 139
4.24.2 Tramitación del Proyecto en materia de Evaluación Ambiental ... 139
4.24.3 Inventario ambiental ... 140
4.24.4 Propuesta de medidas preventivas y correctoras ... 142
4.25 COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS EXISTENTES ... 145
4.25.1 Introducción ... 145
4.25.2 Organismos, Administraciones y Entidades Públicas o Privadas Consultadas ... 145
4.25.3 Descripción Servicios Afectados ... 149
4.26 OCUPACIÓN TERRITORIAL Y AFECCIONES DEL PROYECTO ... 159
4.26.1 Objeto del Anejo ... 159
4.26.2 Afecciones ... 159
4.26.3 Expropiación ... 160
4.26.4 Imposición de servidumbres ... 163
4.26.5 Ocupaciones temporales ... 163
4.26.6 PLANOS PARCELARIOS ... 164
4.26.7 Criterios de peritación y valoración de los bienes y derechos afectados ... 164
4.26.8 Bienes y derechos afectados ... 171

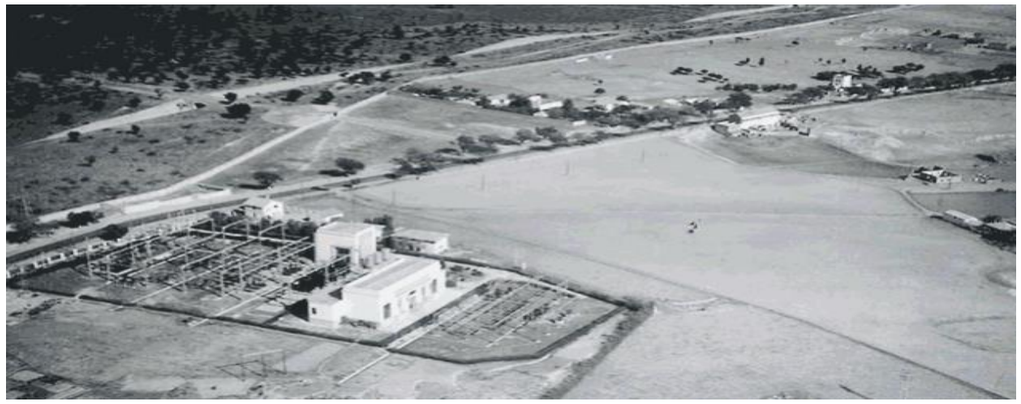
4.26.9 Relación concreta e individualizada de los bienes y derechos afectados por municipios 171
4.26.10 Planos de expropiaciones 171
4.26.11 Fichas individualizadas de fincas, construcciones y servicios afectados 171
4.27 GESTIÓN DE RESIDUOS 172
4.28 ESTUDIO DEL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES 172
4.28.1 Objeto y alcance 172
4.28.2 Estimación del requerimiento energético de la infraestructura 172
4.28.3 Capacidad térmica de las pantallas 174
4.28.4 Diseño del sistema geotérmico 175
4.28.5 Instalación fotovoltaica 176
4.28.6 Producción Fotovoltaica 178
4.28.7 Balance energético del túnel 179
4.29 ACCESIBILIDAD 179
4.29.1 Normativas y recomendaciones 179
4.29.2 Análisis de movilidad peatonal y ciclista 180
4.29.3 Itinerarios peatonales 180
4.29.4 Escaleras peatonales 183
4.29.5 Rampas 183
4.29.6 Mobiliario y Equipamiento urbano accesible 184
4.29.7 Juegos infantiles accesibles 184
4.29.8 Carril bici 190
4.29.9 Interacción con vías ciclistas 191
4.29.10 Alumbrado 192
4.29.11 Semaforización 192
4.30 INFORME DE AVANCE DEL MODELO BIM 193
4.30.1 Alcance y objetivos 193
4.30.2 USOS BIM Y PROCESOS 194
4.30.3 ORGANIZACIÓN DE LOS MODELOS 195
4.30.4 Niveles de desarrollo 200
4.30.5 Exportación a IFC 200
4.30.6 Sistemas de clasificación de objetos 200
4.30.7 Proceso para el cálculo de los movimientos de tierra 201
4.31 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 204
4.32 PLAN DE CONTROL DE CALIDAD 205
4.33 PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS. PLAZO DE EJECUCIÓN 206
4.34 REVISIÓN DE PRECIOS 206
4.35 CLASIFICACIÓN TIPO DE OBRA 207
4.36 OBRA COMPLETA 207
4.37 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA 207
4.38 PRESUPUESTO 208
4.38.1 Introducción 208
4.38.2 Presupuesto Conocimiento de la Administración 208
4.38.3 Desglose por capítulos y subcapítulos 208
5 NORMATIVA APLICADA EN EL PROYECTO 214
6 ÍNDICE DE LOS DOCUMENTOS DE LA FASE 6 219

1 ANTECEDENTES Y OBJETO

El presente documento se corresponde con la "Fase 6: Proyecto de Construcción" del "Proyecto de Ejecución del Paseo Verde del Suroeste (Soterramiento de la A-5 – Paseo de Extremadura)", redactado por la U.T.E. de empresas consultoras de ingeniería Esteyco y Subterra, para el Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad del Excelentísimo Ayuntamiento de Madrid.

Para entender la necesidad y objeto de esta actuación, cabe repasar brevemente los antecedes y poner en contexto este enclave crítico para la ciudad:

- La carretera N-V, en su tramo inicial en la ciudad de Madrid, fue construida en el siglo XIX al estar incluida en el primer Plan de Carreteras de 1860 y se desdobló en la Autovía A-5 entre el Alto de Extremadura y Cuatro Vientos en el año 1968.



Vista área antigua N-V, subestación y sur de la Casa de Campo en el ámbito de Yébenes

- Posteriormente se han ido ejecutado actuaciones de ampliación del número de carriles en función de la demanda de tráfico. Dado que en su margen derecha se encuentran los barrios de Batán y Colonia Jardín, y en la margen izquierda los de Lucero y Campamento, el 29 de abril de 2004 la Autovía A-5 fue declarada vía urbana y competencia del Ayuntamiento de Madrid entre los PPKK 3+000 y 8+500, hasta el cruce con la M-40.

Ámbito de la A-5 declarado vía urbana y competencia del Ayuntamiento en el 2003

- En diciembre del año 2006 se puso en servicio el soterramiento del tramo inicial en la Avenida de Portugal, que conecta con la M-30 y termina en el PK 3+500.

Vista de la A-5 desde la boca de salida del actual túnel de la Av. de Portugal

La proximidad de la A-5 a la periferia del Madrid histórico y la expansión urbanística de la ciudad en los años 50 y 60, unidas a la necesidad de aumento de la capacidad de transporte por carretera, fueron encajonando de manera iterativa la autovía A-5 en el tejido urbano del Distrito de Latina. Como consecuencia de esta evolución, en los barrios que atraviesa la A-5 existen viviendas que se encuentran muy cerca de la autovía, en muchos casos a menos de 3m del arcén, y en su mayoría construidas antes del año 1968. Además, la autovía, que en la actualidad cuenta con tramos de entre 6 y 8 carriles (3 y 4 por sentido), supone una gran brecha urbanística, que ha provocado un efecto "barrera" entre barrios, dificultando la conexión entre las viviendas y equipamientos del norte y el sur.

Para añadir mayor complejidad al enunciado, cabe mencionar que, además, la mayoría de las actuales incorporaciones a la A-5 suponen puntos negros en la vialidad (calles Villagarcía, Dante, Villavaliente, San Manuel, Carabías, etc.) y que, para unir los barrios, existen una serie de pasos peatonales (11) con niveles de inseguridad ciudadana no aceptables en una ciudad como Madrid.

Todo esto, unido a una autovía que soporta un tráfico muy elevado, en la actualidad en torno a los 80.000 vehículos/día, lo que provoca una contaminación acústica y atmosférica considerable en el entorno, hecho que indudablemente afecta a la calidad de vida de los vecinos de los barrios colindantes.

Izquierda: situación actual tronco A-5 en el ámbito del proyecto; derecha: vista área del complejo enlace actual a tres niveles entre el Paseo de Extremadura, Parque de Atracciones y A-5

Desde que el tramo inicial de la A-5 fue declarado vía urbana y competencia del Ayuntamiento de Madrid, se han realizado una serie de estudios para la remodelación de este entorno. El primero de ellos data de septiembre del 2004, y en el mismo se planteaba la posibilidad de construir un túnel mediante TBM (*Tunnel Boring Machine*) desde el actual túnel de la Avenida de Portugal hasta el entorno de la M-40.

Posteriormente, el soterramiento de la autovía A-5 fue objeto de nuevos análisis, incluidos en el "*Estudio Previo de Soluciones de los problemas derivados del tráfico de vehículos en la A-5 entre los PP.KK. 3+000 y 7+000*" redactado en abril del año 2017 por la empresa Vectio. Dentro del mismo, se estudiaban varios escenarios, tanto en lo referente al número de carriles de la nueva infraestructura como en las longitudes que transcurrirían a cielo abierto.

- En la primera de las propuestas se planteaba un túnel de dos carriles por sentido, con un carril adicional central reversible para BUS – V.A.O. En superficie se planteaba una sección tipo de dos carriles por sentido, y espacios para ciclovías.
- La segunda propuesta consistía en la construcción de una trinchera entre muros pantalla para desnivelar parte del tráfico de la A-5. En la rasante inferior se emplazaba un carril BUS – V.A.O. con dos carriles y, adicionalmente, un carril por sentido. En superficie se mantenían dos carriles por sentido y espacios para carriles bici.
- La tercera de las propuestas consistía en la remodelación de las distribuciones del tráfico en superficie, sin soterrar la A-5.

Para intentar paliar parte de los problemas anteriormente descritos, en febrero de 2019 se instaló un semáforo en el PK 5+700 de la calzada izquierda, se redujo la velocidad máxima permitida de 90 a 70 km/h y se instaló un radar de tramo entre los PPKK 4+000 y 5+750 en la calzada derecha. Sin embargo, se comprobó que la instalación del citado semáforo supuso más un perjuicio que una mejora, ya que aumentó la congestión en las horas punta y, sobre todo, la accidentalidad, por lo que se retiró en junio de 2019.

En abril del año 2020 la empresa Typsa redactó el "*Estudio Previo de soluciones del Paseo Verde del Suroeste*" que analizaba dos alternativas. La primera de ellas consistía en un túnel construido mediante TBM que transcurría en paralelo a la A-5 y tenía su salida en el entorno de la M-40; desde la salida del túnel de la Avenida de Portugal hasta las proximidades de la subestación eléctrica, el trazado se ubicaba al norte de las calles Villamanín y Paseo de la Venta, bajo la Casa de Campo, y cruzando en dos puntos por debajo de la Línea 5 de Metro. Esta alternativa tenía su génesis en el Estudio de Viabilidad del Soterramiento de la A-5 de septiembre del 2004, también redactado por Typsa y citado anteriormente. Una vez cruzada la Avenida de los Poblados, se planteaba una transición mediante "*cut and cover*", para pasar a una remodelación en superficie hasta el entorno de la M-40.

En junio de 2020 se convoca el concurso para la redacción del proyecto del Paseo Verde del Suroeste, del que la UTE Esteyco-Subterra resulta adjudicataria. El 12 de noviembre del 2020 se firma el Contrato de redacción del presente Proyecto y se ponen en marcha los trabajos.

El enunciado del encargo es la redacción del proyecto de ejecución del Paseo Verde del Suroeste (Soterramiento de la antigua A-5, Paseo de Extremadura), entre el final del túnel de conexión con la M-30 y el entorno de la Avenida de los Poblados, con el objetivo de intentar solucionar definitivamente los problemas de congestión, accidentalidad, contaminación acústica, atmosférica y los problemas de accesibilidad presentes en la zona.

El proyecto debía incluir también la posterior urbanización de la cubierta para transformarla en una zona urbana con calles, zonas verdes, espacios públicos y servicios para el ciudadano, permitiendo la permeabilidad entre ambas márgenes.

Durante la fase final de la redacción del Proyecto del Paseo Verde del Suroeste se han reactivado las actuaciones relacionadas con la futura Operación Campamento, que presentarán interacciones geométricas y de planeamiento en el entorno de Avenida de los Poblados, motivo por el que se ha adecuado el inicio del Proyecto al entorno de la Avenida del Padre Piquer.

Con el fin de dinamizar la actuación del Paseo Verde del Suroeste, y no ralentizar el inicio de su ejecución, se ha tenido que adecuar la parte inicial del Proyecto para no afectar al próximo desarrollo del Plan Campamento y evitar las dificultades técnicas y afecciones que conlleva el cruce bajo la Línea 5 de Metro.

La geometría del túnel y de la obra civil ha sido ajustada, de tal modo que sea compatible con una futura etapa de prolongación del mismo, desde el entorno de la Avenida de Padre Piquer hacia el oeste. Así, las dimensiones de las pantallas de contención del túnel en el tramo cubierto ya quedarán construidas con una geometría compatible con la segunda etapa de prolongación de la infraestructura.

Por otra parte, el Proyecto del Paseo Verde del Suroeste ha sido dividido en tres lotes para su licitación y construcción, con el fin de minimizar el plazo de ejecución global del mismo:

- Lote 1: Desde Padre Piquer (PK 0+780) a Batán (PK 2+500), que incluye la obra civil, instalaciones y el viario en superficie. También se incluye en este lote una nueva glorieta situada en la Avenida de los Poblados, al sur de la A-5. La construcción de esta glorieta es necesaria para redistribuir la movilidad en el entorno, tras la actuación proyectada.

- Lote 2: Desde Batán (PK 2+500) a la Av. de Portugal (P-K. 3+980), que incluye la obra civil, el viario en superficie y tanto las instalaciones de este lote, como las de conexión con el túnel existente de Avenida de Portugal. En este Lote 2 también se recogen las comunicaciones y conexiones telemáticas del nuevo túnel con el resto de la red de gestión de Calle 30.

- Lote 3: Proyecto de Urbanización de toda la actuación en superficie.

En la presente Fase 6 se incluye tanto la adecuación de la parte inicial del Proyecto, como la división de la documentación en los tres lotes descritos anteriormente.

Con este enunciado, y partir de estas premisas, se plantea una actuación desde diversos objetivos, incluyendo la mejora de la calidad del aire como vector principal, y transformando consecuentemente la ciudad y la movilidad en este ámbito. Los objetivos definidos en Madrid 360 y la respuesta que debe dar el proyecto son los siguientes:

1. Transformar la ciudad - respuesta: extensión Madrid Río; objetivo de permeabilizar, secuenciar y activar el nuevo Paseo de Extremadura, mejorando la calidad del aire y disminuyendo los ruidos.
2. Transformar la movilidad – respuesta: soterrar las A5; objetivo, mejorar las condiciones de tráfico de entrada a Madrid, resolviendo la conectividad transversal y apostando por una movilidad “blanda” (peatones y bicicletas”), mejorando la accesibilidad general.
3. Transformar la administración – respuesta: sistema de gestión inteligente; objetivo, el proyecto debe permitir un sistema de gestión inteligente, dejando la infraestructura necesaria preparada.

La presente Memoria trata de sintetizar los trabajos e ideas desarrollados, cuyo índice se recoge en el último apartado de esta memoria, y que se desarrolla con mayor detalle en los Anejos y Planos correspondientes.

2 CONDICIONANTES

Como se expone en los antecedentes del apartado anterior, la construcción de la antigua Carretera de Extremadura data del siglo XIX, y con el paso del tiempo fue siendo objeto de diversas ampliaciones, hasta su duplicación como autovía en el año 1968. La proximidad del ámbito del proyecto a la periferia del Madrid histórico y la expansión urbanística de la ciudad en los años 50 y 60, unidas a la necesidad de aumento de la capacidad de transporte por carretera, fueron encajonando de manera iterativa la autovía A-5 en el tejido urbano del Distrito de Latina de Madrid.

Con el paso del tiempo, el resultado de esta evolución ha sido una autovía incrustada en el tejido urbano, rodeada de edificaciones muy próximas y con unos accesos de entrada y salida a la misma que combinan geometrías viarias muy forzadas, con problemas de capacidad y seguridad vial.

Vista área de la A-5 a la altura de la salida con el Paseo de Extremadura

Adicionalmente el tejido urbano presenta una brecha originada por la autovía, que separa físicamente ambos márgenes de esta, con unos desniveles que tienen su origen en la presencia de infraestructuras soterradas, en la consolidación de antiguas edificaciones y en la necesidad de materializar cruces mediante pasos a distinto nivel con la autovía.

Vista área del paso inferior de Batán bajo la A-5

Sin embargo, no se debe perder de vista que el emplazamiento del Proyecto es privilegiado, al estar en el entorno de la Casa de Campo y las regeneraciones urbanas creadas tras la construcción del túnel de la Avenida de Portugal y Madrid Río, como se puede apreciar en la siguiente Figura.

Vista área de la A-5 (en rojo ámbito del proyecto) en el Distrito de Latina, con la Casa de Campo al norte y la cuña verde al sur y Madrid río al oeste

Este aspecto hace que se disponga de una gran oportunidad para la regeneración urbana del entorno, recuperando para la ciudad el espacio ocupado actualmente por la autovía y sus enlaces, mejorando las condiciones ambientales en un ámbito muy extenso, tanto desde el punto de vista de contaminación acústica como atmosférica.

Antes de abordar la solución propuesta, cabe repasar los condicionantes principales del ámbito, tanto desde el punto de vista físico como funcional, claves en la solución de soterramiento que viabiliza la recuperación del espacio urbano.

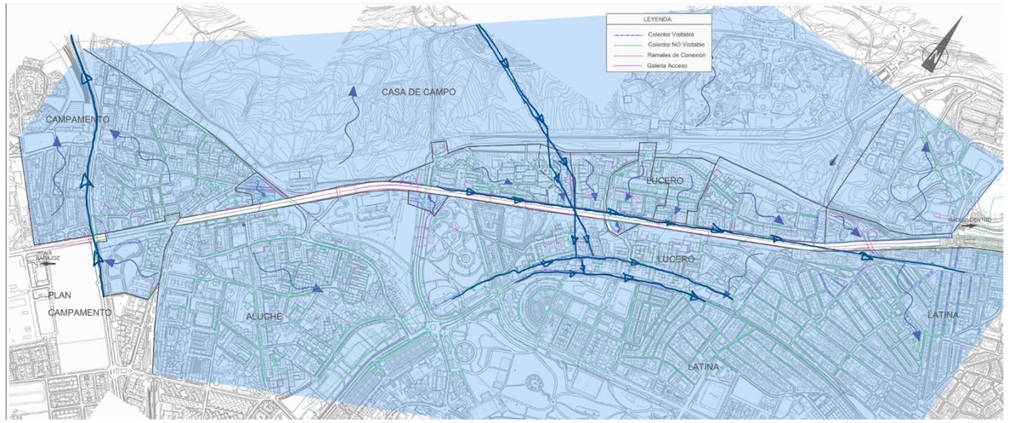
2.1 CONDICIONANTES FÍSICOS:

Se trata de un ámbito muy consolidado de la ciudad, que atraviesa varios barrios, todos ellos en el distrito de Latina. Existen varias infraestructuras y condicionantes físicos que pueden marcar y afectar el trazado del soterramiento. A continuación, se enumeran y describen brevemente y, en caso de afección, se tratarán con más detalle en los apartados y planos correspondientes:

- Líneas de metro (L5 y L6): el eje previsto de trazado cruzará en una futura ampliación la planta de la línea 5 de Metro entre la parada de Campamento y Casa de Campo, final de línea. Si bien en este Proyecto no se incluye la zona del cruce bajo la Línea 5 de Metro (al concluir la actuación en el entorno de la Avenida del Padre Piquer) la rasante está prevista considerando el futuro condicionante que impondrá el cruce bajo la Línea 5. El caso de la Línea 6 es distinto, ya que el tramo entre las estaciones de Lucero y Alto de Campamento, por el que discurre la traza de la autovía, cruza muy profundo respecto de la rasante, a más de 30m desde calzada. Sin embargo, existe un pozo de ventilación de dicha L-6 de metro junto al Paseo de Extremadura que sí que condiciona el trazado del soterramiento y que, al resultar afectado, está prevista su reposición.

Izquierda: vista desde el interior del túnel de L-5; derecha: vista del pozo de ventilación de L-6 desde el interior de la galería

- Galería de servicios: conteniendo una tubería de abastecimiento de agua, líneas de media tensión y comunicaciones, discurre de manera sinuosa por la calzada sur de la autovía entre la avenida de Padre Piquer y en el enlace de Parque de Atracciones, a una profundidad que varía desde el metro hasta los 6m, y con conexiones transversales cada 500m aproximadamente con la red de servicios que discurre en la margen derecha.
- Red de colectores: el ámbito de actuación viene condicionado por la presencia de dos grandes colectores que cruzan la autovía a más de 15m de profundidad, cruzándose entre sí, al oeste del paso inferior de Batán (a la altura de calle Villagarcía) y que llevan las aguas desde la Casa de Campo hasta los colectores interceptores que discurren por la calles Cebreros y Sepúlveda; también hay que tener en cuentas el colector que discurre en la calzada norte entre Yébenes y Villamanín y que cruza esviado la autovía para coger la alineación del paseo de Extremadura; por último, el colector de la Avenida de los Poblados que lleva las aguas hacia el norte para acabar en los mismos colectores que bajan desde la Casa de Campo. Este último colector no se encuentra afectado directamente por este Proyecto, si bien su existencia condiciona las soluciones adoptadas. El resto forman parte de una red secundaria que habrá que reponer, en caso de ser necesario, en función de las actuaciones a proyectar.

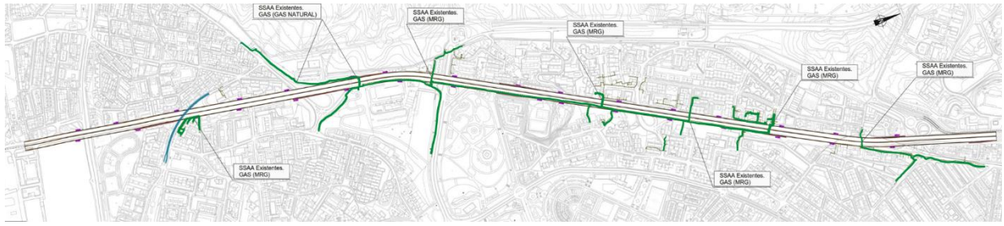


Esquema básico de funcionamiento de la red de colectores

- Subestación de Iberdrola: junto al enlace de Yébenes, la presencia de la antigua subestación marca un punto rígido en la traza. Las torres de alta tensión y la subestación en desuso conviven con los edificios de la subestación actual (en funcionamiento) y la conexión subterránea hacia la Casa de Campo.

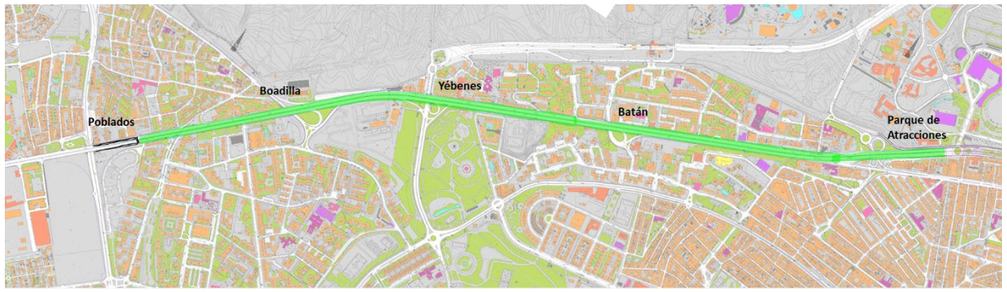
Subestación junto al enlace de Yébenes, con los edificios actuales en funcionamiento y la infraestructura en desuso

- Red de distribución de gas: discurre en el borde sur de la calzada de la actual autovía, y presenta 6 cruces transversales a lo largo de los 3.6km, que habrá que reponer antes de afectar con la ejecución de pantallas y losas.



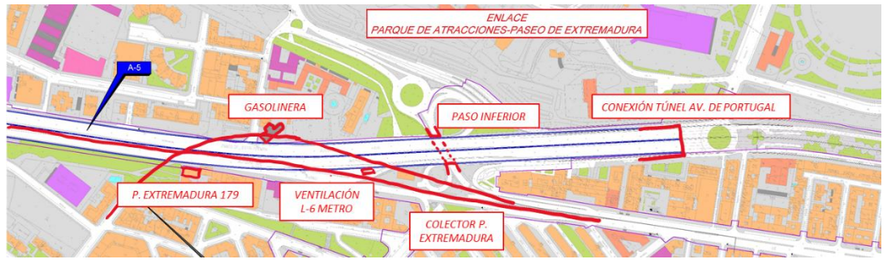
Esquema básico de funcionamiento de la red de gas

- Pasos inferiores viarios: existen 4 pasos a distinto nivel, con sus consiguientes enlaces, en el ámbito de actuación, todos ellos resueltos con un cajón de hormigón in situ y acompañados de un paso peatonal, saneamiento y servicios.



Enlaces con conexión con paso inferior actuales

- Pasos peatonales: complementariamente a los pasos viarios, existen 11 pasos inferiores peatonales que discurren trasversalmente a la autovía y que, en algunos casos, vienen acompañados de corredores de servicios.
- Edificaciones y otros condicionantes por ámbitos: a lo largo del tramo, existen varios puntos en los que la edificación se encuentra extraordinariamente cerca de la autovía. Haciendo un breve repaso a la traza, desde Av. de Portugal hacia Av. de los Poblados podríamos destacar los siguientes, ya sean de edificación o de otro tipo:
  - Ámbito enlace parque de atracciones: cabe señalar como condicionante físico inicial la conexión con el túnel de Av. de Portugal, que obligará a coordinar instalaciones, ventilación, obra civil…; el complejo enlace entre el Parque de Atracciones y el paseo de Extremadura, con conexiones a distinto nivel (hasta tres); en este ámbito se encuentra también el punto más constreñido del soterramiento, entre el edificio de Paseo de Extremadura 179 (sur) y la gasolinera de Cepsa (norte); además, cabe reseñar la presencia de la L-6 de metro, la cual, si bien discurre a mucha profundidad, tiene un pozo de ventilación que sí puede ser afectado; por último, el colector anteriormente citado que desagua en Paseo de Extremadura condiciona el perfil del túnel en este ámbito.

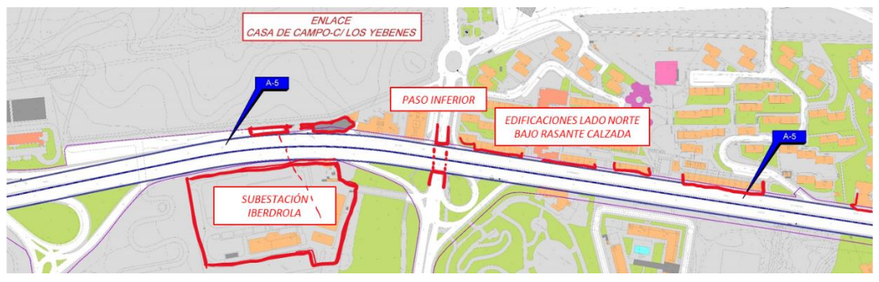


Condicionantes ámbito Parque de Atracciones

- Ámbito Batán: condicionado por la proximidad de las viviendas del barrio del Lucero, al norte de la A-5, cabe señalar la presencia de una vivienda en el lado sur de la A-5 fuera de la alineación del PGOU. En este mismo lado sur, existe un desnivel entre la autovía y la edificación consolidada de más de 10m en algún caso; por último, cruzan bajo la Autovía, a la altura de la calle Villamanín, los colectores anteriormente citados de la Casa de Campo.

Condicionantes ámbito Batán

- Ámbito Yébenes: Punto de inflexión tanto en planta del actual trazado como del perfil longitudinal en los estudios previos; las viviendas lado norte próximas a Yébenes añaden a la complejidad de la proximidad de la autovía que se sitúan por debajo de la rasante de la calzada, hasta metro y medio en algún caso; como se ha comentado antes, a partir de la calle Yébenes, es la subestación de Iberdrola y las torres de AT las que fijarán la geometría en planta.



Condicionantes ámbito Yébenes

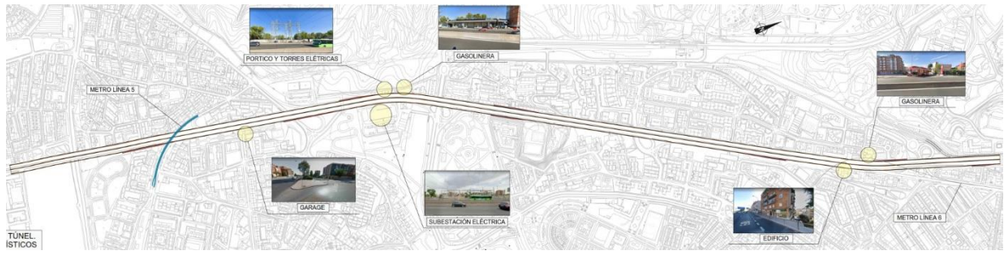
- Ámbito Boadilla: conexión de la M-502 (ctra. Boadilla) con la A5 dirección Madrid, que actualmente se resuelve con enlace a distinto nivel. La conexión principal es desde Madrid centro. Proximidad con viviendas en el lado norte zona (Campamento), pero con más margen que en Lucero; en el lado sur (Aluche) más margen para encaje de trazado y procesos constructivos, aunque existe un aparcamiento subterráneo que delimita la banda para el soterramiento.

Condicionantes ámbito Boadilla

Por supuesto existen otros condicionantes físicos como la geología y geotecnia o la hidrología, que serán tratados en esta memoria en un apartado específico de trabajos desarrollados. Sólo decir, como resumen general, que la totalidad del tramo a soterrar discurrirá sobre los materiales tosquizos y la transición tosco/peñuela; que la rasante se ubicará por encima del nivel freático y que las principales incertidumbres geológicas, hidrogeológicas y geotécnicas son:

- la posición del techo de la peñuela, peñuela marrón, que de acuerdo a la información disponible, se ubicaría sobre la cota 600 m.s.n.m., sin afección al proyecto;
- la existencia de materiales de recubrimiento cuaternario de mala calidad geotécnica (limos y arcillas) asociados a la zona de Laguna;
- la presencia de rellenos antrópicos;
- la existencia de niveles colgados de agua. Los trabajos de investigación han estado encaminados a resolver estos aspectos, y a confirmar los parámetros y criterios geotécnicos empleados durante el proyecto y construcción de la Calle 30

Con todo, se trata de un ámbito muy constreñido en planta, sin gran complejidad geotécnica, pero con bastantes condicionantes enterrados, lo que condiciona tanto el trazado como la solución estructural y fases constructivas. El resumen de los puntos “duros” más relevantes que condicionan el trazado en planta y en alzado se puede observar en la figura 18.



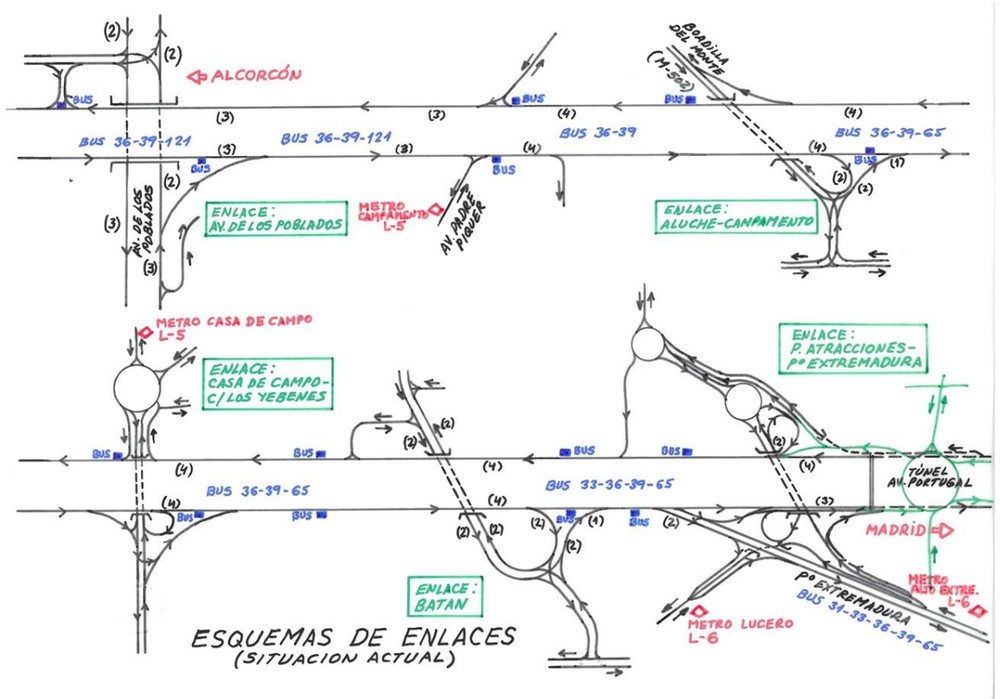
Puntos "duros" que condicionan el trazado

Además, hay que tener en cuenta la funcionalidad de todos éstos y otros condicionantes, tanto durante las obras como en situación definitiva.

2.2 CONDICIONANTES FUNCIONALES

En una zona tan consolidada y con un funcionamiento complejo como es el propio de una ciudad como Madrid, es clave identificar los condicionantes y requisitos funcionales, tanto de la infraestructura a proyectar como de los servicios que la rodean. En este apartado se trata de enunciar y describir brevemente dichos condicionantes, desarrollando cuando corresponda en cada apartado o plano correspondiente:

- Vialidad vehículo privado: se trata de una las arterias principales de la ciudad, con una IMD cercana a los 100.000 vehículos/día, con 3 y 4 carriles por sentido en función del tramo. Existen, además, 5 enlaces que permiten las conexiones transversales entre barrios y con el tronco de la autovía. Como criterio general, se plantea mantener durante todas las fases constructivas al menos dos carriles por sentido y todas las conexiones transversales para vehículos, con una situación definitiva objetivo de 2 carriles + BUS VAO por sentido en el soterramiento, y un carril por sentido en superficie.
- Peatones: además de los 4 pasos inferiores para vehículos y peatones, existen otras 11 conexiones peatonales en los 3,2 kilómetros de la actuación. Durante la ejecución de las obras se deben mantener unos recorridos equivalentes a los actuales.
- Bicicleta: se debe mantener el recorrido del anillo ciclista de Madrid.
- Transporte colectivo: en el ámbito circula 4 líneas de transporte urbano (una de ellas nocturna) y 24 de transporte interurbano (6 nocturnas), además de 2 líneas de metro.



Transporte público: esquema general actual

- Servicios: por supuesto, todas las redes principales de servicios (saneamiento, abastecimiento de agua, gas, …), así como la subestación y la galería, deben mantenerse en servicio durante la ejecución de las obras y considerar la solución más adecuada en situación definitiva.
- Acceso a viviendas y comercio: se debe contemplar, tanto durante la ejecución de las obras como en situación definitiva, acceso a viviendas y puntos de parada para carga y descarga.
- Aparcamiento: se deben mantener niveles similares de aparcamiento en superficie similares a los actuales, sin considerar las zonas de aparcamiento no controlado que proliferan por la zona (carretera de Boadilla, calle Carabias,…)

3 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

A continuación, se expone la solución propuesta, tanto desde el punto de vista de urbanización como para el soterramiento. El objetivo es tratar de avanzar de una escala macro de ciudad al detalle de un proyecto constructivo.

3.1 CRITERIOS DE DISEÑO

Desde el punto de vista de la ciudad, y siguiendo las líneas estratégicas de Madrid 360, se pueden considerar los siguientes criterios y objetivos de diseño:

1. Potenciar la movilidad “blanda” – posibilidad de 3,05 km de nuevo paseo peatonal continuo y carril bici de 2,9 km: **objetivo Madrid saludable**

2. Mejorar la permeabilidad en superficie – multiplicar los ejes transversales a nivel para peatones: **objetivo Madrid accesible**

3. Nuevas polaridades: multiplicar usos, programas y sinergias entre paseo y equipamientos existentes: **objetivo Madrid eficiente**

4. Multiplicar el verde y la biodiversidad + zona de bajas emisiones: **objetivo Madrid sostenible**

5. Nuevo foco de atracción de la ciudad- continuidad de Madrid Río y nueva puerta a la Casa de Campo: **objetivo Madrid global**

6. Explotar al máximo la complejidad de sus sistemas. (soterramiento + BUS VAO + transporte público + sistemas de control inteligente): **objetivo Madrid inteligente**

Desde el punto de vista del soterramiento, del encaje del trazado y las soluciones estructurales, se han seguido los siguientes criterios de diseño:

1. Subir la rasante como criterio general (respecto a los estudios previos) para minimizar inversión y buscar la solución más eficiente, tratando de ajustar al máximo el túnel a la superficie, minimizando soterramientos innecesarios y asegurando una cobertura de tierras del orden de 1.5m que garantice nuevas plantaciones de calidad.

2. Revisar y optimizar los puntos de conexión del tronco con la superficie: no tiene sentido hacer la inversión de un túnel de esta envergadura y tratar de reproducir todos los movimientos actuales.

3. Sección 3 carriles por sentido, dos para tráfico privado y uno para Bus V.A.O en cada sentido.

4. Mínima a afección a los condicionantes físicos (metro, colectores, viviendas, subestación, …) para asegurar viabilidad económica y plazos y, en caso de afectarlos, reposición manteniendo los mismos niveles de servicio.

5. Soluciones estructurales que garanticen la ejecución por fases garantizando los niveles de servicio establecidos, que minimicen los costes de mantenimiento futuro, la huella de CO2 y la generación de residuos

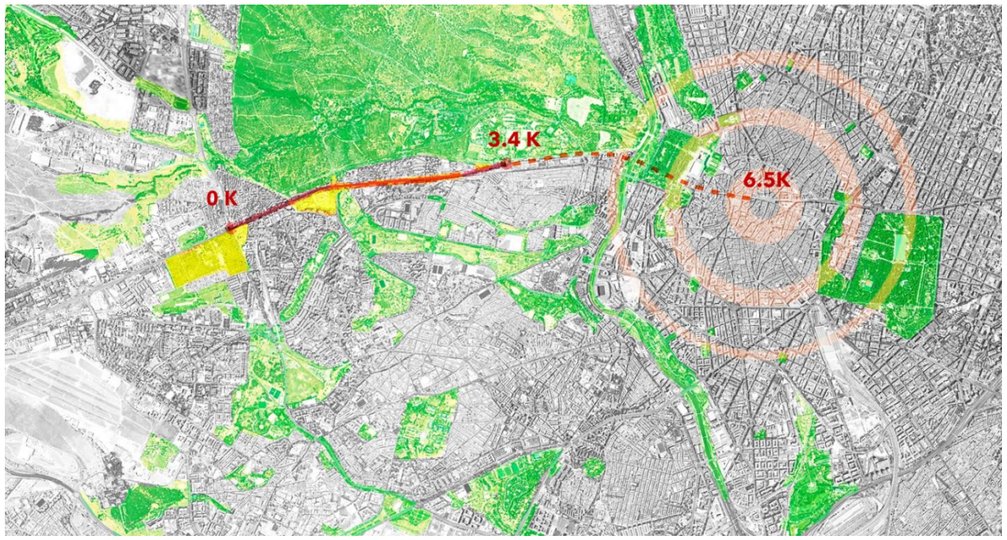
6. Solución a la ventilación que garantice la máxima mejora de calidad del aire, minimizando la repercusión en planta y alzado de la subestructura, dado lo restringido del corredor disponible

7. Respetar el planeamiento vigente, minimizando las expropiaciones a las estrictamente necesarias para el proyecto.

8. Construcción circular: compensación y aprovechamiento máximo de tierras procedentes de la excavación y materiales procedentes de la deconstrucción de las estructuras actuales.

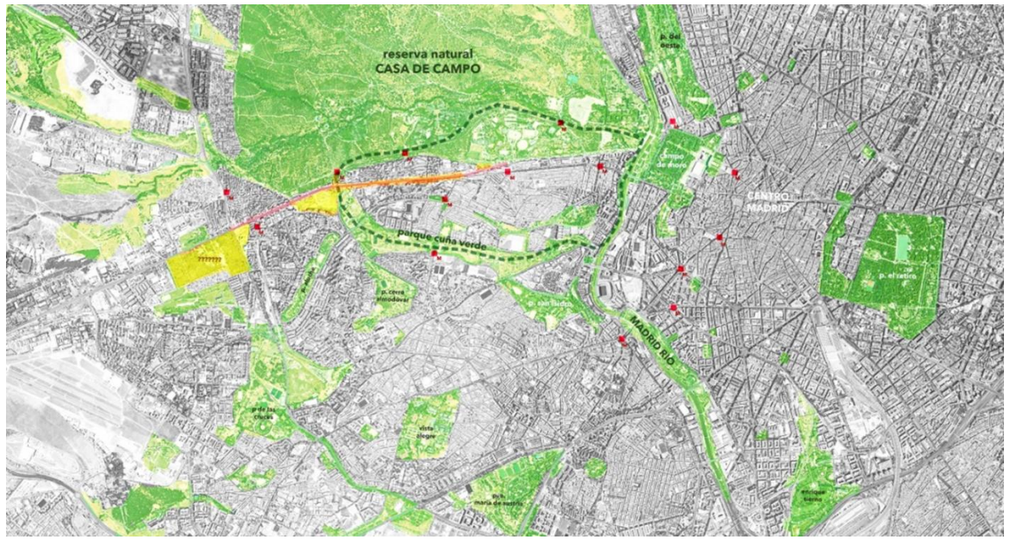
3.2 EL PASEO VERDE DEL SUROESTE: CONTEXTO Y CONCEPTO

En primer lugar, se ha hecho una lectura desde el contexto urbano, identificando la A-5 como esa gran conexión de Madrid con el oeste, y viendo la oportunidad de convertirlo en el eje vertebrador de una nueva conexión longitudinal con el centro de Madrid.



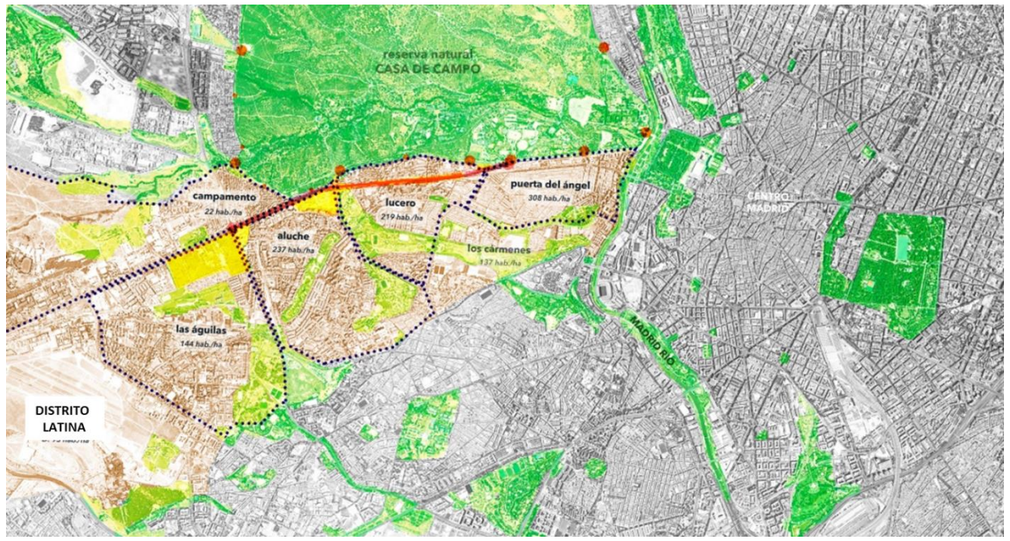
Lectura del contexto urbano – conexión longitudinal

Además, se han identificado las zonas verdes en el entorno y la oportunidad de completar y cerrar la infraestructura verde de Madrid en el oeste de la ciudad, con la conectividad e inserción en la red de infraestructura verde a escala metropolitana.



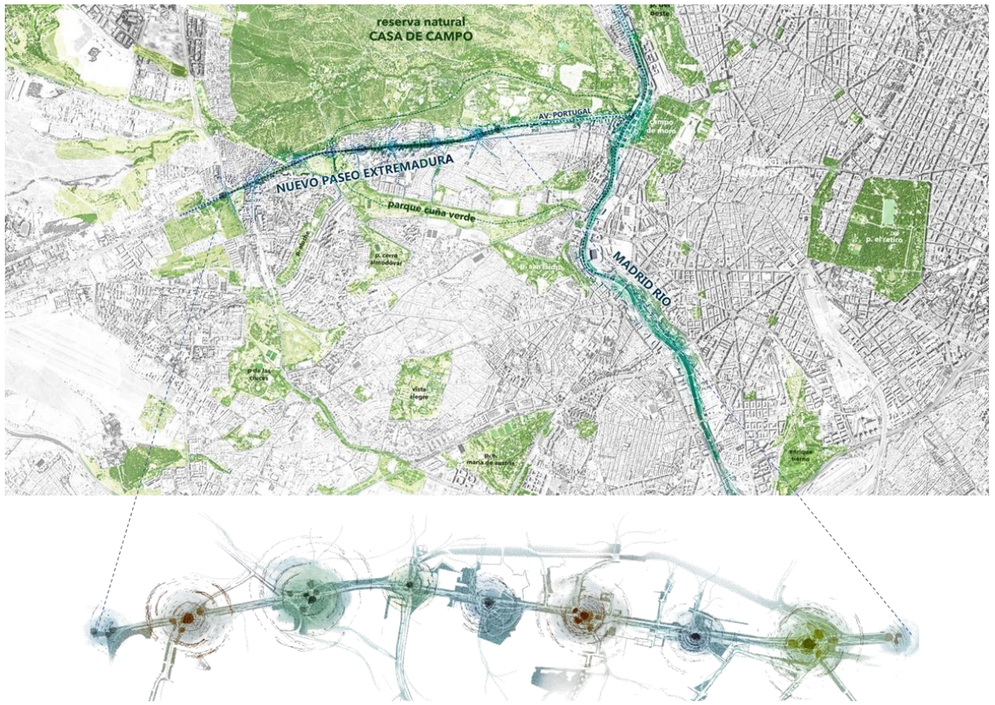
Lectura del contexto urbano – conexión verde

A partir de aquí, se ha pasado a la escala de barrios, identificando los 5 que se atraviesan en los 3,2 km, y analizando el potencial de generar nuevas transversalidades y sanar la fractura urbana.



Barrios atravesados por la autovía en el ámbito de actuación

De este contexto nace la propuesta del nuevo Paseo de Extremadura o Paseo Verde del Suroeste, que a escala macro podemos considerar como una extensión de Madrid Río, que nos va a permitir secuenciar y activar el nuevo paseo con la generación de 8 nodos y sus transversalidades, conectándolo con la Casa de Campo, el parque Cuña Verde y con el resto de los equipamientos y servicios de los barrios.



Propuesta a escala macro

De esta manera, la traducción a la escala distrito permite combinar las nuevas transversalidades con esos nodos, los enlaces y la generación de nuevas centralidades, dando respuesta al objetivo inicial de reequilibrar las movilidades, y apostar por una movilidad sostenible basada en potenciar el transporte público, el peatón y la bicicleta.

EL resultado es un proyecto muy ambicioso que va más allá del soterramiento de la A-5; un proyecto ciudad que, además de la mejora de la movilidad implícita en el encargo, mejorará las condiciones de habitabilidad de los vecinos de los barrios de Latina y de su entorno.

Todo ello sin perder de vista el control de la inversión a realizar, en coherencia con los retornos esperados, y la planificación de una obra de gran escala que, aunque condicionará el funcionamiento de la ciudad durante unos años, se tratará de ajustar al máximo para minimizar la afección a los barrios y al resto de la ciudad de Madrid.

Propuesta a escala barrio

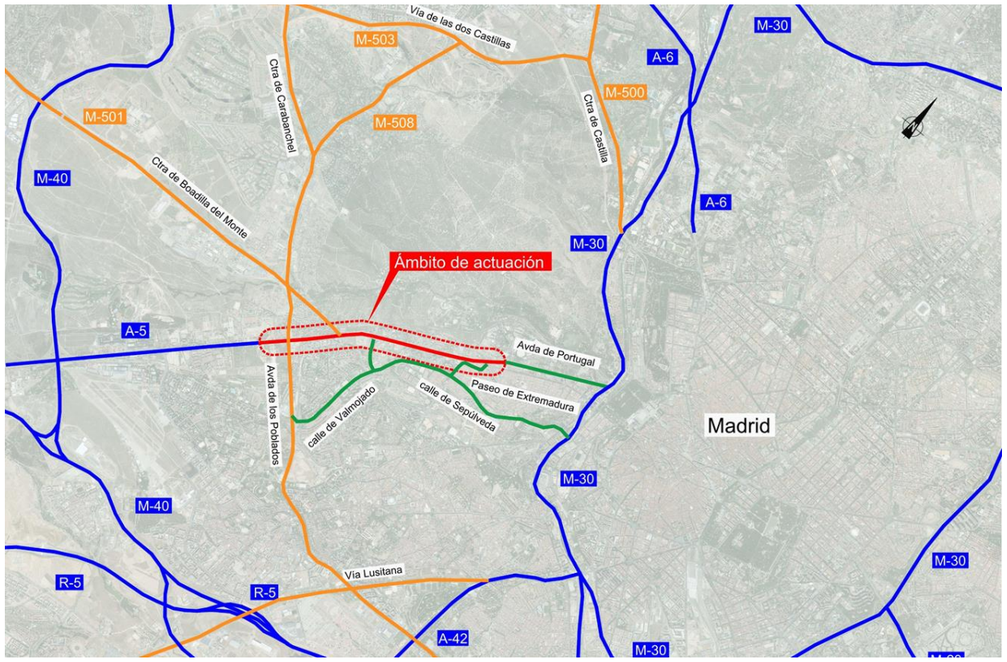
Antes de avanzar en las soluciones de urbanización en cada ámbito, y sin perder de vista el proceso y análisis expuesto que nos lleva a un concepto de Paseo y de proyecto, se exponen las soluciones a la movilidad estudiadas y la propuesta final que se desarrollan en el Proyecto.

3.3 SOLUCIONES A LA MOVILIDAD

El tramo de la A-5 objeto del encargo se sitúa entre la M-30 y la M-40, en la parte de la Autovía catalogada como vía urbana, entre el actual túnel de la Av. de Portugal y llegando hasta el entorno de la Av. de los Poblados. Si bien la boca del túnel está ubicada en el entorno de la Avenida del Padre Piquer, es necesario analizar la movilidad en un entorno más amplio en el ámbito de la actuación. Además de las dos grandes rondas de circunvalación de Madrid, hay que destacar el inicio y conexión a la carretera de Boadilla M-503, el propio eje de Poblados, el Paseo de Extremadura y algunas vías locales de importancia como la calle Sepúlveda o la carretera del Zoo.

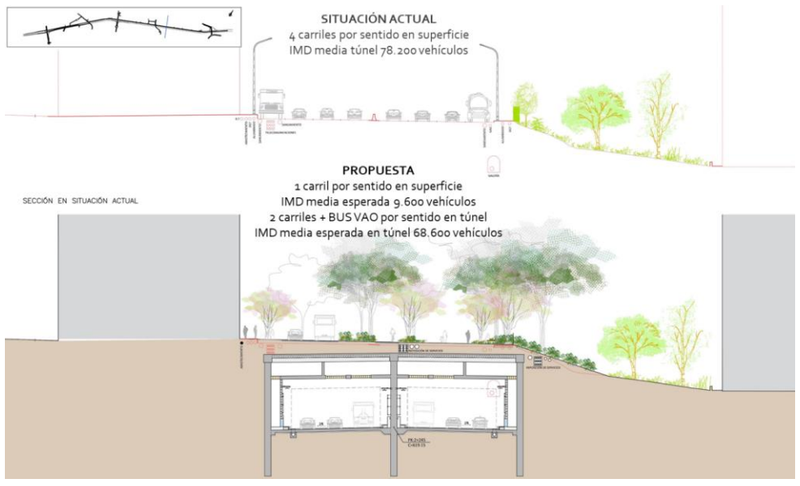
La autovía es el eje principal de salida de Madrid hacia el oeste, y por el circulan 3 líneas de autobuses urbanos más una nocturna, 24 de interurbanos (6 de ellos nocturnos), 2 líneas de metro y el anillo ciclista. Además, el intercambiador de Príncipe Pío ejerce como gran intercambiador del oeste, pudiendo acceder desde los túneles actuales de la M-30 y Av. de Portugal.

En la actualidad, la A-5 conecta con los barrios a través de 5 enlaces resueltos con pasos inferiores y diferentes tipologías de ramales de conexión, que relacionan la vía urbana entre Paseo de Extremadura y Poblados con los barrios de Lucero, Colonia Jardín, Campamento y Aluche.



Ámbito y contexto de movilidad macro

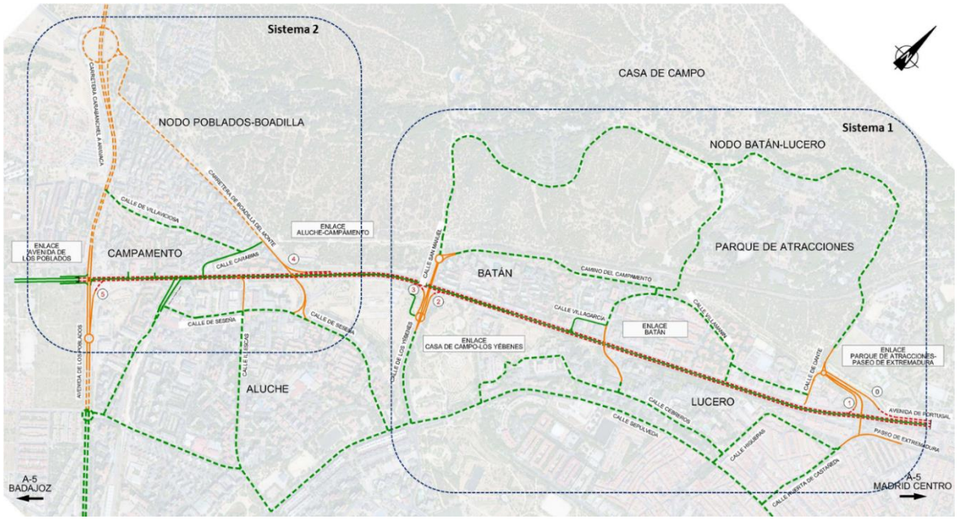
El proyecto parte de una consideración inicial de pasar de un tronco con 4 carriles en cada sentido a un túnel con dos carriles más BUS VAO por sentido, más una calzada de 1+1 en superficie.



Sección actual y sección tipo propuesta

A partir de esta premisa, se han analizado diversas alternativas para las posibles conexiones del tronco del túnel con los viales en superficie, además de la posición de la boca oeste del nuevo túnel. Después de estudiar más de una decena de variantes para cada enlace, la solución propuesta parte de las siguientes consideraciones:

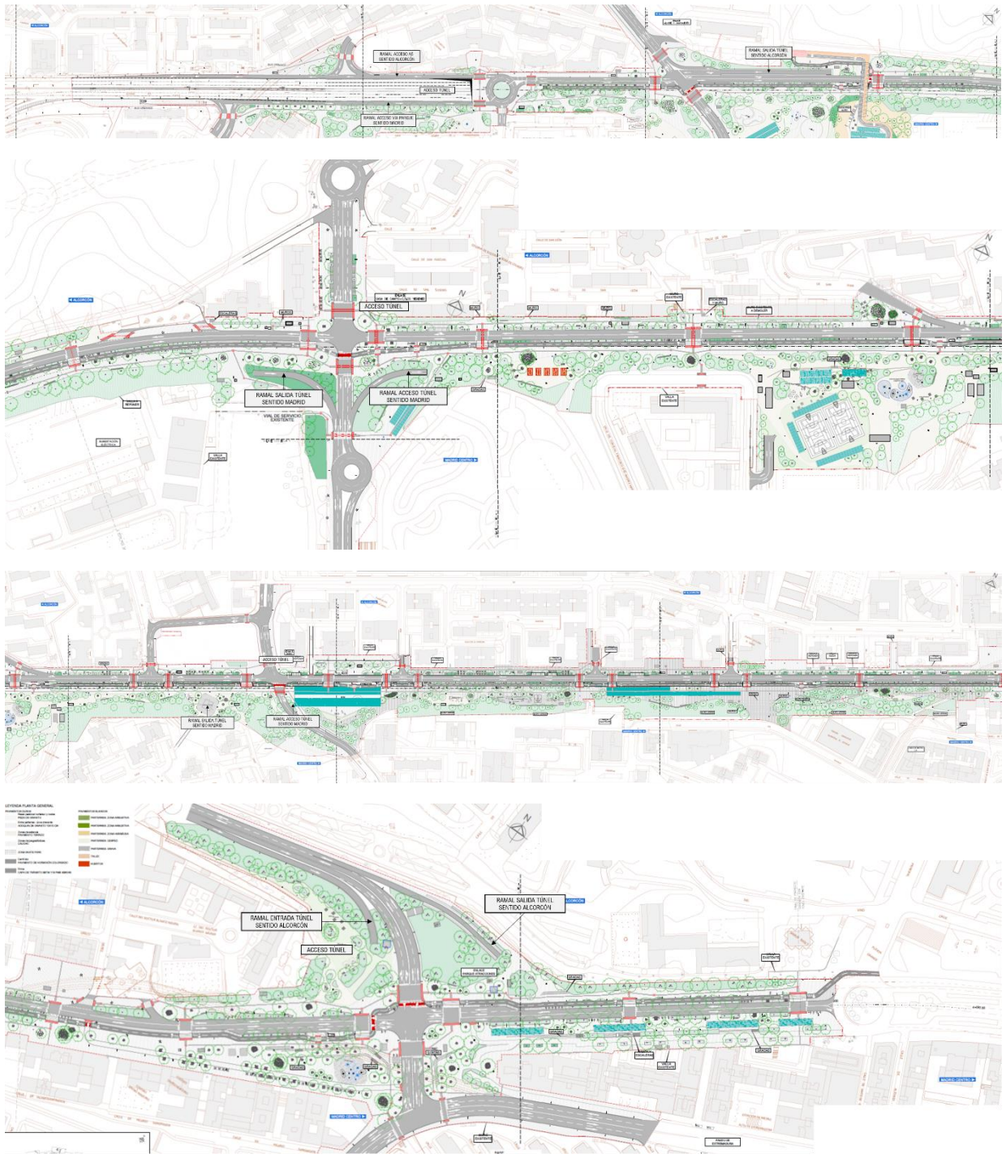
- Se puede dividir el tramo en dos nodos que funcionan de manera prácticamente independiente: el nodo Batán-Lucero, que abarca desde el enlace Parque de Atracciones-Paseo de Extremadura hasta el enlace de la calle Yébenes con la Casa de Campo; y el nodo Boadilla-Poblados que relaciona Campamento y Aluche y la carretera de Boadilla.
- Si además de las conexiones con el tronco se considera la red local actual, se pueden garantizar todos los movimientos concentrando algunos ramales de conexión con el túnel en Parque de Atracciones, Yébenes y Boadilla, así como la vinculación mediante una nueva glorieta en superficie que reordena la funcionalidad con Poblados.



Esquema general de movilidad

- Nodo Batán / Lucero
  0. salida Madrid – C. Campo / Batán / Lucero (existente)
  1. incorporación C. Campo / Batán / Lucero – Alcorcón
  2. incorporación C. Campo / Batán / Lucero – Madrid
  3. Salida Alcorcón – C. Campo / Batán / Lucero
- Nodo Poblados / Boadilla
  0. Salida Madrid – Boadilla / Campamento / Aluche
  1. Incorporación Boadilla / Campamento / Aluche – Madrid
  2. boca del túnel: salida Boadilla / Campamento / Aluche – Alcorcón; incorporación Alcorcón – Boadilla / Campamento / Aluche

- Con este esquema de movilidad, se han integrado todos los movimientos e incorporaciones descritos con a la nueva vialidad en superficie, resultando un esquema de vialidad sencillo, con una vía "parque" longitudinal con un carril por sentido en todo el ámbito, 6 nuevos ejes en superficie reproduciendo los actuales enlaces más una conexión en Av. Padre Piquer, y, en definitiva, una trama mucho más urbana y acorde a los objetivos del proyecto.



Propuesta de vialidad en superficie más incorporaciones al túnel

Por último, y por tratar de cerrar el resumen de la propuesta general de movilidad, cabe señalar que se propone un carril BUS V.A.O. no segregado en cada sentido. Las principales consideraciones en la toma de decisión han sido las siguientes:

- Mayor operatividad del túnel fuera de las franjas horarias “punta” (3+3).
- Gestión ITS del balizamiento luminoso en calzada.
- La posición a la izquierda simplifica la posibilidad de los embarques intermedios al BUS/VAO y las conexiones del tráfico general al túnel.
- Evacuaciones de emergencia más sencillas.
- Solución similar a la diseñada en la A-2.

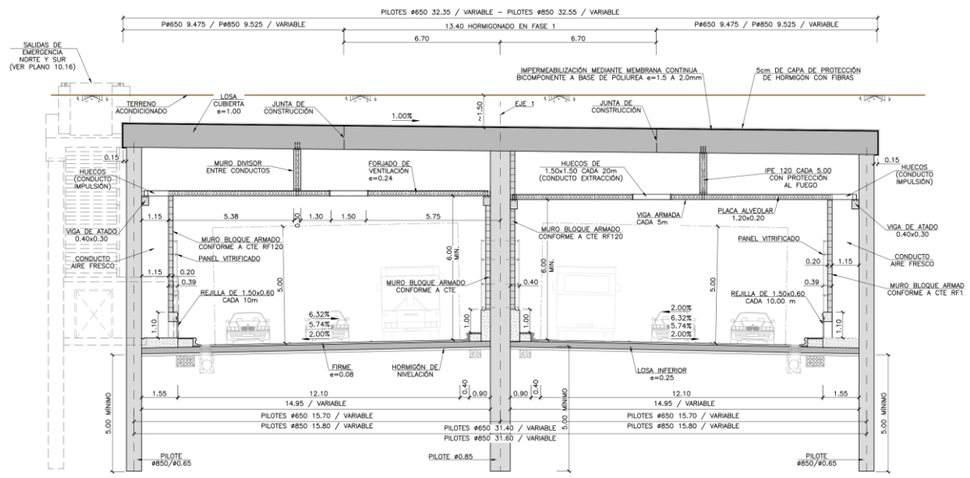
El proyecto de soterramiento de la A-5 será compatible con un BUS V.A.O. que se inicie en el ámbito de actuación, o con la opción darle continuidad desde la M-40, entorno de San José de Valderas o el punto que se decida para su inicio. Se ha estudiado también la conexión con el intercambiador de Príncipe Pío desde los túneles de la M-30 actuales.

3.4 EL NUEVO TÚNEL DE LA A-5

El objeto del Proyecto es la recuperación para la ciudad del espacio ocupado en la actualidad por la Autovía A-5, desde la boca del túnel de la Avenida de Portugal hasta el entorno de la Avenida del Padre Piquer, en una longitud total aproximada para toda la actuación de unos 3.198 metros, de los cuales 2.788 metros se corresponden con la prolongación del túnel, unos 150 metros se corresponden con la rampa de entrada entre muros y en 260 metros se realizan actuaciones de acondicionamiento en la superficie. Con este fin se diseña un túnel de nueva construcción en dicho tramo, con una distribución de dos vanos y tres carriles por sentido. Los carriles más próximos a la mediana en ambas calzadas, se diseñan para su uso como carriles BUS – V.A.O. dotados con una señalización variable que permitirá regular su utilización, en función de las necesidades del tráfico en cada momento. La flexibilidad de este sistema permitirá la optimización de la infraestructura, adaptándose a la demanda de transporte de manera variable.

La ventilación del túnel se plantea como un sistema transversal, ya que, tras un estudio comparativo entre diferentes alternativas de ventilación, se obtuvo que era la que mejor se adaptaba a los condicionantes del ámbito, con un coste global (de obra civil e instalaciones) más ajustado. El sistema consiste en unas cámaras laterales de ventilación natural adosadas a los carriles exteriores, que se conectan con un recinto superior de ventilación ubicado encima del tráfico. Se prevé una transición entre el sistema de ventilación existente en el túnel de la Avenida de Portugal y el túnel de nueva construcción, mediante un sistema longitudinal / semi-transversal, que conectará ambos túneles.

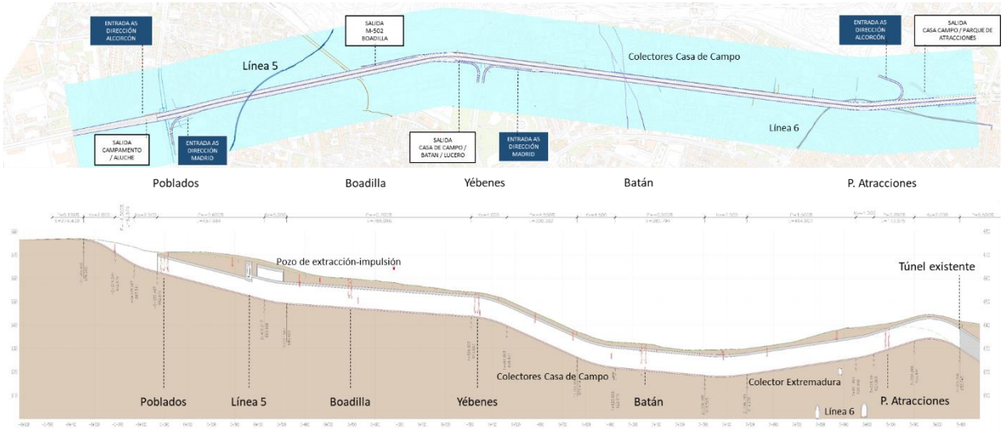
La sección tipo en las zonas sin incorporaciones ni salidas al túnel consta de una anchura interior de 30,75 metros que alberga en cada sentido los tres carriles de circulación, aceras de emergencia y el espacio necesario para las cámaras laterales de la ventilación transversal.



Sección tipo túnel

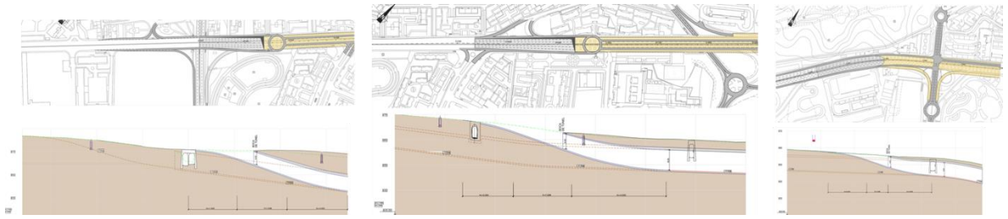
Como se explica más adelante en el apartado de estructuras, se parte de una tipología de túnel en “cut and cover”, solución con pantallas y losa ejecutada desde la superficie, y que viene marcada por todos los condicionantes físicos y funcionales expuestos en el apartado 2. A partir de esta premisa, la restricción de espacio en planta y los obstáculos subterráneos a lo largo de la traza definen las diferentes soluciones en función del ámbito.

Tal y como se expone en el apartado 3.1 de criterios de diseño, la premisa principal ha sido diseñar el túnel lo más superficial posible, incluso atravesando los actuales pasos inferiores que se repondrán en superficie. El único ámbito que condiciona enterrar más la rasante del túnel en un tramo del Proyecto será el futuro cruce de la prolongación del túnel proyectado bajo la Línea 5 de Metro, que como se ha comentado anteriormente presenta un trazado muy superficial. En planta, en muchos ámbitos no se puede ir a secciones con un ancho superior al mínimo de 30m (3 carriles por sentido + ventilación) debido a la proximidad de las viviendas y las restricciones de la traza, lo que limita la posibilidad de ubicar rampas de acceso, carriles de incorporación, salidas de emergencia o las estaciones de impulsión y extracción para ventilación.



Esquema de planta y perfil longitudinal del túnel, mostrando la futura ampliación

Se han estudiado diferentes posiciones para la boca oeste del túnel, en función de la inversión, condicionantes y plazos considerados para la ejecución, seleccionando finalmente la boca tras la Avenida del Padre Piquer como solución más adecuada, teniendo en cuenta los condicionantes impuestos por la reactivación de la Operación Campamento.



Alternativas analizadas para la boca oeste: antes de Poblados, antes de Padre Piquer y después de Yébenes

3.5 URBANIZACIÓN

No se debe perder de vista que el objeto del encargo es la regeneración urbana del entorno de la actual A-5, reubicando una parte significativa del tráfico de la autovía en un túnel, y recuperando para la ciudad el espacio en superficie que ésta ocupa en la actualidad. El proyecto supone un elemento vertebrador entre ambas márgenes de la autovía, y pretende cicatrizar dentro del Distrito de La Latina los barrios de Lucero y Aluche (seccionados por la A-5). De este modo se genera un gran Paseo Verde, que conectará la Casa de Campo con el entorno de Puerta del Ángel y Madrid Río.

El Paseo Verde en superficie dará continuidad longitudinal a la zona peatonal de la Avenida de Portugal, y concluirá en el entorno de la Avenida Padre Piquer, con un recorrido aproximado de unos 2.990 metros. En el mismo se prioriza la movilidad peatonal y ciclista, dejando una vialidad en superficie dimensionada para atender los recorridos locales del vehículo privado y el transporte público urbano e interurbano.

Planta general de urbanización

La permeabilidad transversal del peatón se producirá a lo largo de todo el Paseo, mientras que los cruces transversales de los vehículos privados se podrán realizar en los mismos ejes que ocupan en la actualidad los pasos inferiores bajo la autovía, si bien serán repuestos como cruces en superficie dentro de la nueva trama urbana propuesta.

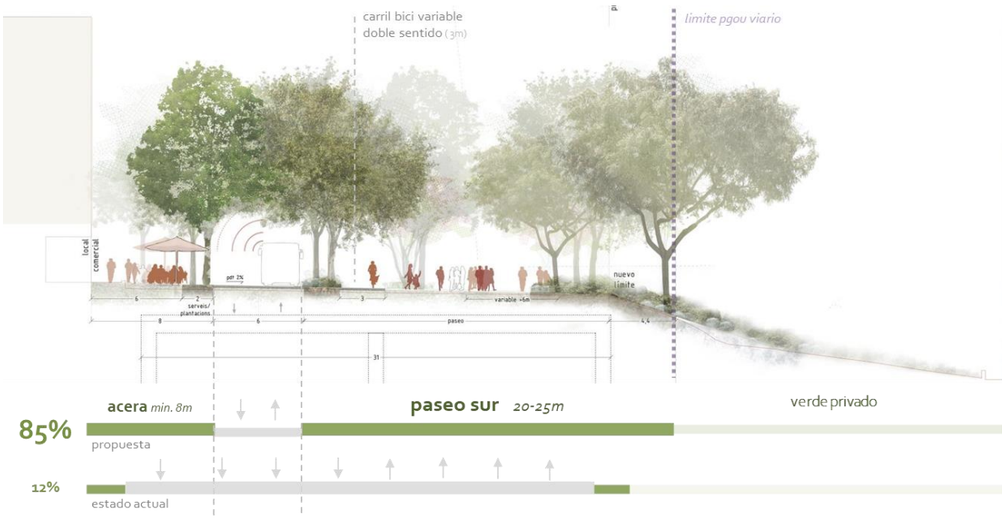
Recorridos peatonales y bicicletas

En cuanto al transporte público, como se explica en el apartado anterior, se trata de reproducir el funcionamiento actual en superficie y en coherencia con los nuevos recorridos peatonales.

Propuesta de paradas para el Transporte Público

A partir de estos esquemas, se han establecido diferentes secciones tipo adaptando el trazado del vial en superficie a las variaciones del entorno. Como ejemplo, en la sección tipo en el barrio de Lucero se logra la ampliación acera norte (min. 8m), una de franja circulación continua (min. 3m) y la incorporación de servicios e infraestructura urbana en la franja variable y descontinua verde (min.2); al sur del vial, también

se plantea una circulación continua para el paseo sur (min. 6m), con un mobiliario urbano vinculado a parterres (zonas de estar – limite verde privado), en contraste entre tramos de transición y nodos-enlaces. En todo el ámbito se busca una alta diversidad de especies vegetación arbustiva, herbácea y arbolado.



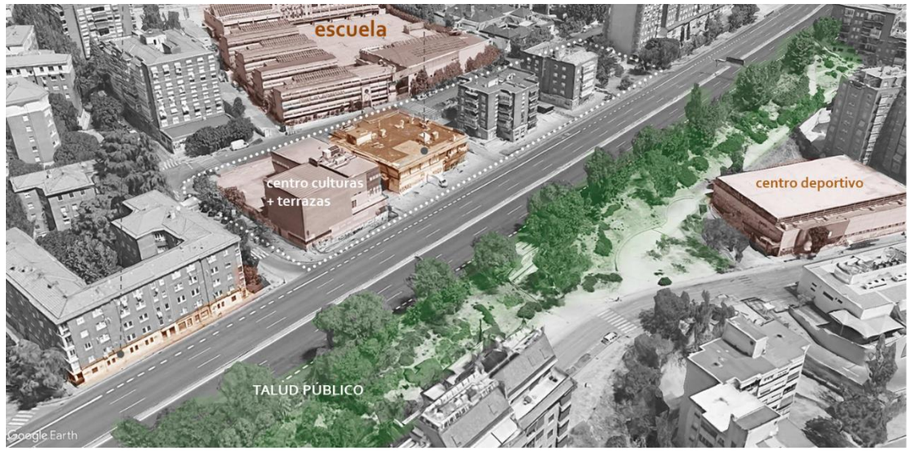
Sección tipo tramo Lucero – paseo balcón

Como se explicaba anteriormente, se busca la generación de nuevas centralidades, 7 nodos condensadores de actividad urbana con 8 momentos identitarios.

Nodos, enlaces y centralidades

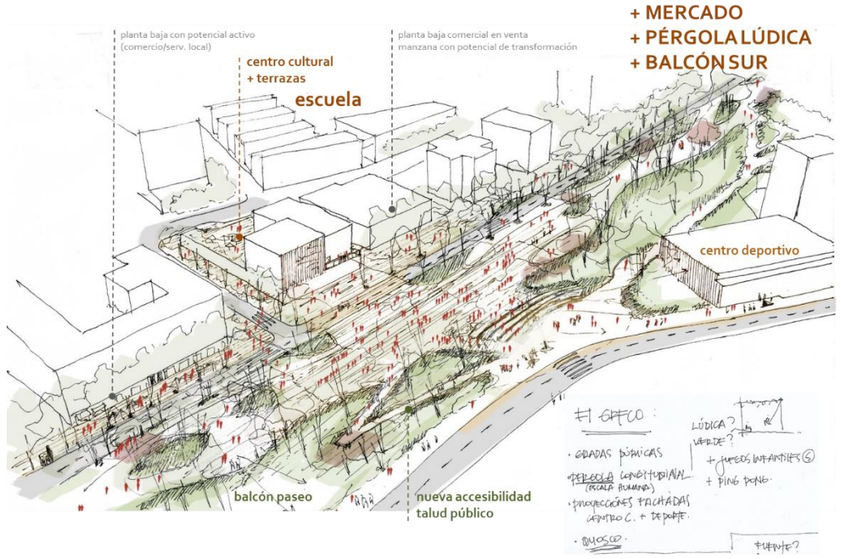
A modo de ejemplo, se expone a continuación cómo se ha trabajado el denominado nodo el Greco, con el objetivo de generar una explanada activa y una conexión norte-sur.

En primer lugar, se analizan los equipamientos y potencialidades existentes:



Análisis ámbito el Greco

En este caso se busca lograr una explanada de uso flexible, generando un diálogo entre equipamientos públicos y una integración visual y transversal (peatón) con los taludes públicos de la fachada sur:



Ideas urbanización el Greco

Estas ideas se tratan de plasmar en una planta de urbanización, en consonancia con la vialidad y funcionalidad del proyecto. Todos estos planteamientos se desarrollan y plasman en este Proyecto.

4 TRABAJOS REALIZADOS

4.1 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

El objetivo es la realización de los trabajos de topografía necesarios para obtener la cartografía del estado actual de la zona afectada por el Proyecto y el inventario de los Servicios Afectados.

Los trabajos más relevantes realizados han sido los siguientes:

- Implantación y observación de una Red Topográfica.
- Levantamiento topográfico mediante tecnología Escáner Láser 3D.
- Obtención de una cartografía 3D.
- Nube de puntos para el Modelado BIM.
- Localización, georreferenciación e identificación de Servicios Afectados.
- Trabajos complementarios.
- Vuelo fotogramétrico complementario.

El sistema geodésico de referencia, en planimetría y altimetría que se ha utilizado para los cálculos será el oficial en la Cartografía Española, para la Península y las Islas Baleares:

- Sistema de Proyección: Universal Transversa Mercator (UTM)
- Sistema Geodésico de Referencia: ETRS89 - Huso 30
- Elipsoide: WGS84
- Referencia altimétrica (Altura Ortométrica): El denominado EGM08-REDNAP definido por la Red N.A.P. del I.G.N. y referenciado al nivel medio del mar definido por el mareógrafo de Alicante.

El sistema de representación plana (2D) de la topografía será la proyección UTM en el Huso 30.

La transmisión de coordenadas para su georreferenciación y realizar el enlace al Marco de Referencia, se hará mediante el enlace con la Red de Estaciones Permanentes GNSS (ERGNSS) del Instituto Geográfico Nacional (IGN), Red Topográfica de Madrid y tres clavos de la Red NAP del Instituto Geográfico Nacional.

Se ha implementado y observado una Red Topográfica diseñada específicamente para las necesidades de este Proyecto, lo suficientemente densificada para cubrir la totalidad de la zona de estudio.

La metodología que se ha seguido para la implantación y observación de la Red Topográfica es la que se indica en la Normativa para Trabajos de Topografía del Ayuntamiento de Madrid.

En primer lugar, se han obtenido las reseñas de todos los vértices de la Red Topográfica de Madrid situados en la zona de influencia del Proyecto. Estas reseñas se han descargado de GEOPORTAL del Ayuntamiento de Madrid (www. Geoportal.madrid.es). Ya se cuenta con las nuevas reseñas actualizadas de la Red una vez revisada y densificada durante el año 2020. Adicionalmente se han obtenido las reseñas de los clavos de nivelación de la RED NAP del Instituto Geográfico Nacional situadas en la A-5 y dentro de la zona del Proyecto. Así como de las dos antenas GNSS del IGN situadas en Madrid.

La metodología empleada ha sido la captura mediante tecnología Escáner Láser 3D de TOPCON apoyada por topografía clásica y GPS, para obtener una nube de puntos 3D georreferenciada de la totalidad de la zona de actuación. Lo que nos proporciona un gemelo digital 3D de la totalidad de la zona a estudio. Esta solución nos aporta más información que la que podemos obtener con la restitución estereoscópica de un vuelo fotogramétrico. Ya que la toma de datos se realiza a nivel del terreno. Esta opción se ha elegido también respecto a un levantamiento taquimétrico clásico, ya que éste se centra en la representación de datos muy puntuales y a nivel de terreno.

Se plantea un vuelo fotogramétrico como complemento a los datos tomados con escáner laser. Este vuelo cubre longitudinal y transversalmente la zona de estudio. Tras la planificación del vuelo, y una vez obtenidos todos los permisos, se procedió a la ejecución del vuelo planificado.

Flujo de trabajo para la obtención de la cartografía complementaria y la ortofoto ha sido la siguiente:

Adicionalmente se ha realizado un apoyo fotogramétrico para el cual se han tomado un total de 123 puntos. Los puntos elegidos han sido extremos de rayas blancas en el asfalto y centros de registros. A partir de la nube de puntos se ha confeccionado un modelo digital del terreno, y de las imágenes aéreas se han realizado ortofotos de toda la traza. Con las imágenes debidamente orientadas se han restituido todas aquellas zonas exteriores que no entran en el escaneo.

Todos estos aspectos se explican con mayor detalle en el Anejo Nº 2 Cartografía y topografía.

4.2 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

4.2.1 Introducción

El estudio realizado tiene como objeto determinar las principales variables climáticas correspondientes a la zona de proyecto, así como analizar su influencia en la ejecución de las obras y durante la vida de estas.

Para realizar el estudio climático de la zona se han empleado los siguientes datos:

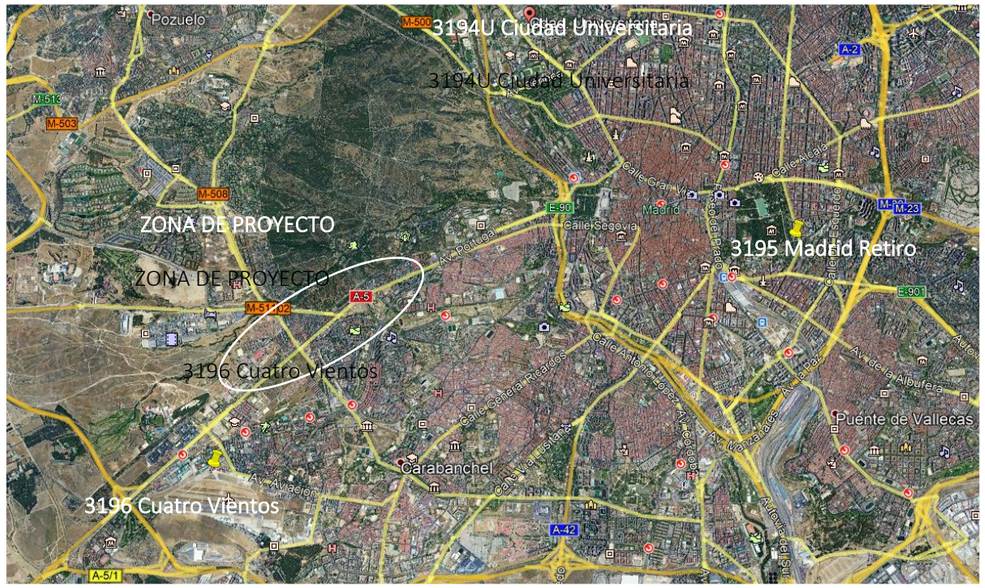
- Estaciones termopluviométricas de la AEMET con series suficientemente largas para su análisis estadístico, cuya situación es próxima al trazado.
- Publicaciones:
  - "Datos Climáticos para carreteras" Publicación de la Dirección General de Carreteras.
  - "Guía Resumida del Clima en España 1981-2010". Publicación de la Agencia Estatal de Meteorología (mayo 2012).
  - Valores Normales y Estadísticos de los Observatorios Meteorológicos Principales" (1981-2010) (AEMET)
  - Atlas Climático Ibérico. Elaborado por el Departamento de Producción de la Agencia Estatal de Meteorología de España y por el Instituto de Meteorología de Portugal.

La metodología seguida en el estudio ha sido la expuesta en la publicación "Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología "(MOPT 1992).

A través de la sede electrónica de la Agencia Estatal de Meteorología, se ha realizado una búsqueda de las estaciones existentes en el entorno del proyecto.

En base a esta tabla y siguiendo los criterios de proximidad a la traza y similitud de cotas y series de datos disponibles, se han seleccionado finalmente las siguientes estaciones:

Indic.	Nombre	Latitud	Longitud	Provincia	Fec.Ini	Fec.Fin
3196	MADRID CUATRO VIENTOS	402232	34710	MADRID	1945	2020
3194U	MADRID CUIDAD UNIVERSITARIA	402706	34327	MADRID	1972	2020



Zona de proyecto y estaciones completas

Para la caracterización climática de la zona del ámbito del proyecto se han utilizado los datos aportados por la AEMET de las estaciones seleccionadas. En el apéndice Nº 1 "Comunicaciones mantenidas con AEMET", del anejo, se adjuntan los contactos mantenidos con la AEMET.

Una vez estudiados los datos disponibles se ha descartado la estación de Ciudad Universitaria al tener solo 11 años completos, llevando a cabo el estudio climatológico con los datos de los 74 años completos de la estación de Cuatro Vientos. Se considera que, con los datos disponibles de esta estación, y dada su proximidad, se puede realizar un estudio lo suficientemente preciso de las variables climáticas estudiadas.

Los datos originales facilitados por la AEMET, de pluviometría y termometría, se incluyen en los Apéndices Nº 2 y Nº 3 respectivamente, del Anejo Nº3.

Una vez obtenidos los valores medios y extremos de las variables climáticas de la estación seleccionada, se calculan los índices climáticos más significativos para el diseño y la clasificación climática.

Finalmente se estiman los días aprovechables para la ejecución de las principales unidades de obra en función de la climatología.

4.2.2 Datos climáticos generales

Tomando como base las series de datos disponibles de la mencionada estación y mediante un estudio estadístico, se han obtenido los valores medios de las principales variables climáticas.

4.2.2.1 Precipitaciones

El estudio de las precipitaciones se divide en los siguientes apartados:

- Precipitación media mensual y anual
- Precipitación máxima en 24 horas
- Precipitación máxima mensual
- Números de días de lluvia
- Números de días de nieve
- Números de días de granizo
- Números de días de rocío
- Números de días de escarcha
- Números de días de niebla
- Número de días de tormenta
- Número de días de Precipitación>1mm
- Número de días de Precipitación>10mm

4.2.3 Clasificación climática

El objeto de establecer una clasificación climática es definir los tipos de clima (conjuntos homogéneos de condiciones climáticas), que caracterizan el área donde se sitúa el tramo objeto del estudio.

Gran parte de los índices, diagramas y clasificaciones del clima usuales hacen referencia a la influencia de éste sobre las comunidades vegetales. Si bien estas clasificaciones pueden basarse en distintas combinaciones de los diversos elementos y factores climáticos, no existe una clasificación única para satisfacer los distintos fines.

A continuación, se indican la serie de clasificaciones que son las más utilizadas habitualmente para la caracterización climática de esta zona:

ÍNDICES CLIMÁTICOS:

1 Aridez de Martonne
2 Termo-pluviométrico de Dantin-Revenga
3 Pluviosidad de Lang

CLIMOGRAMAS:

- Termohietas
- Ombrotérmico de Walter-Gaussen

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA:

- Köppen

Considerando los datos de la estación procesada en este estudio, y teniendo en cuenta que la Temperatura media anual es de 14.5ºC, la precipitación total anual media es de 442,8 mm, que la sumatoria de las precipitaciones medias en los meses de abril a septiembre es de 167,9 mm, lo que representa el 37,91% de la total anual, el clima no es del grupo B, pues el umbral resultante descrito en ese apartado es de 430 (<Pm total anual).

Dentro del grupo C, la temperatura del mes más frio están entre 0-18º C, como la precipitación del mes más seco del verano es inferior a la tercera parte de la precipitación del mes más húmedo, y algún mes tiene precipitación inferior a 30 mm, estaríamos dentro del subgrupo s “verano seco”.

Adicionalmente, el verano es caluroso pues se superan los 22 °C de media en el mes más cálido y las temperaturas medias superan los 10 °C al menos cuatro meses al año (subtipo a Subtropical).

La clasificación, por tanto, es de un clima Csa. Esta clasificación coincide con la que se refleja en el Atlas Climático Ibérico elaborado por AEMET.

4.2.4 Hidrología

4.2.4.1 Introducción

Se ha desarrollado el estudio hidrológico de la zona donde se desarrolla el proyecto. El objeto de este es la definición del régimen de precipitaciones, las características hidrológicas del ámbito geográfico donde se enmarca, así como la definición de cuencas y la determinación de los caudales generados por dichas cuencas que desaguarán las obras de drenaje.

En la primera parte del estudio hidrológico se ha realizado un estudio pluviométrico necesario para determinar, por métodos hidrometeorológicos, los caudales de avenida de las cuencas afectadas por la traza.

4.2.4.2 Definición de las cuencas hidrográficas naturales

El proyecto se ubica dentro de la cuenca natural del Arroyo de los Meaques, perteneciente a la Cuenca del Tajo, y cuya delimitación se incluye en la imagen siguiente (límite de cuenca obtenida del portal de

datos abiertos de la Comunidad de Madrid). Se trata de un arroyo de nivel 4 dentro de la cuenca del Tajo, con una superficie vertiente de 34,1 km^2.

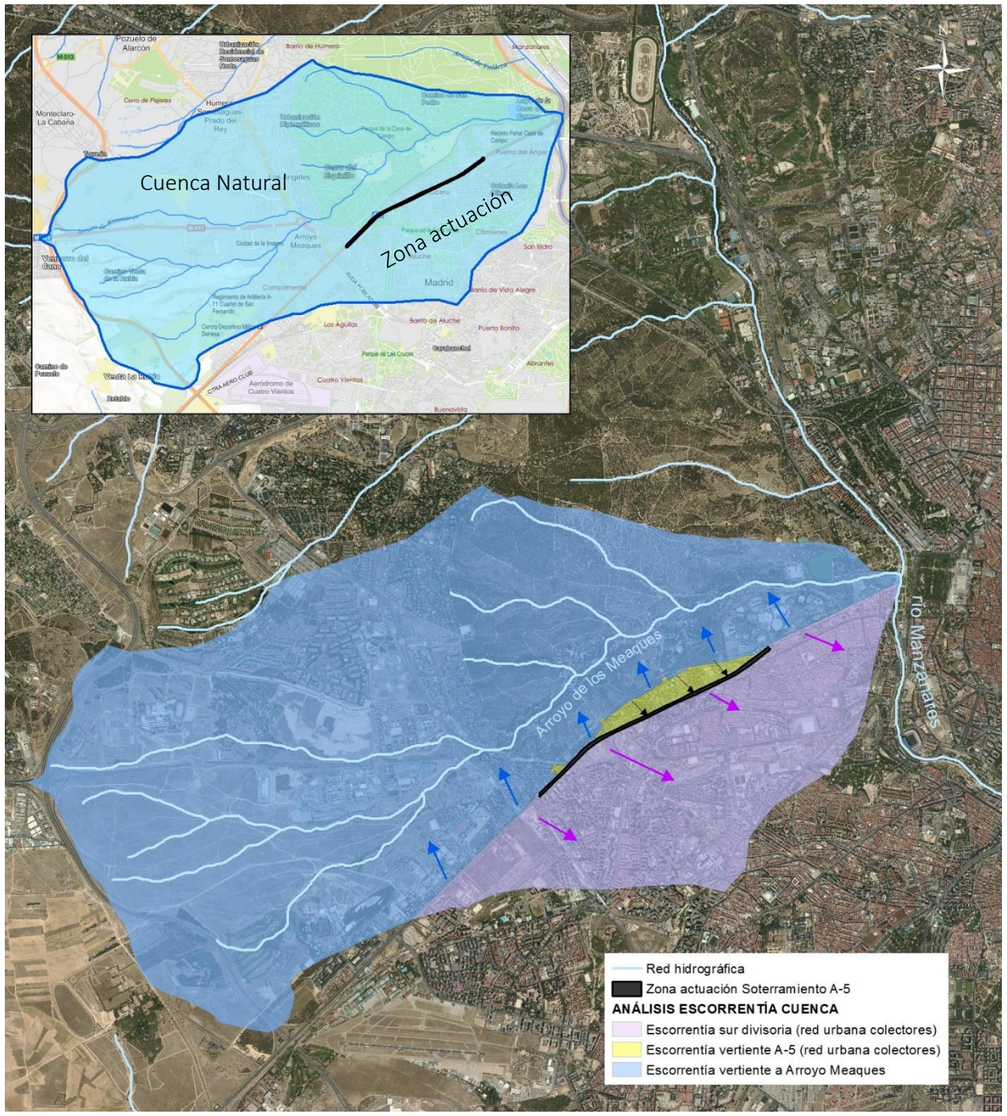
No obstante, la divisoria de la cuenca se ha ajustado considerando el modelo digital de elevación de la zona y la topografía de proyecto, teniendo en cuenta de esta forma la transformación urbana del ámbito y de las vertientes y áreas de escorrentía.

Se observa que la actuación se ubica prácticamente sobre la divisoria de cuenca, por lo que ésta no interceptará ningún cauce ni se precisarán obras de drenaje transversal que den continuidad a cursos de agua atravesados por la traza. De esta forma, no resulta de aplicación en el presente documento la necesidad de determinar caudales de referencia de cauces interceptados prescrita en el epígrafe 3.7.2.2 del Pliego de condiciones técnicas de la Dirección General de Planificación e Infraestructuras de Movilidad.

Así mismo, la actuación se localiza dentro de la zona urbana del municipio de Madrid y sobre una infraestructura existente, donde ya existe una red de pluviales y saneamiento para la conducción de la escorrentía de la ciudad.

El proyecto consiste mayoritariamente en la ejecución del soterramiento de un tramo de la carretera A-5 existente, con la gestión de la escorrentía superficial ya integrada en la red de pluviales municipal. Es por ello por lo que, respecto al drenaje transversal, no se incluye ninguna cuenca ni será preceptivo su estudio, quedando el objeto de esta parte del documento reducido al cálculo de la curva IDF de la zona con el objetivo de poder dimensionar los elementos de drenaje longitudinal necesarios en fases posteriores. Así mismo se plantea la metodología que, con carácter general, se utilizará para el cálculo de caudales, de acuerdo con lo recogido en la norma de drenaje superficial Orden FOM/298/2016.

A continuación, se presenta, en forma de figura, la ubicación de la zona de actuación respecto a la cuenca natural del Arroyo de los Meaques así como el detalle de ajuste de su divisoria y áreas vertientes de escorrentía teniendo en cuenta la topografía actual y los efectos de la transformación urbana del ámbito.



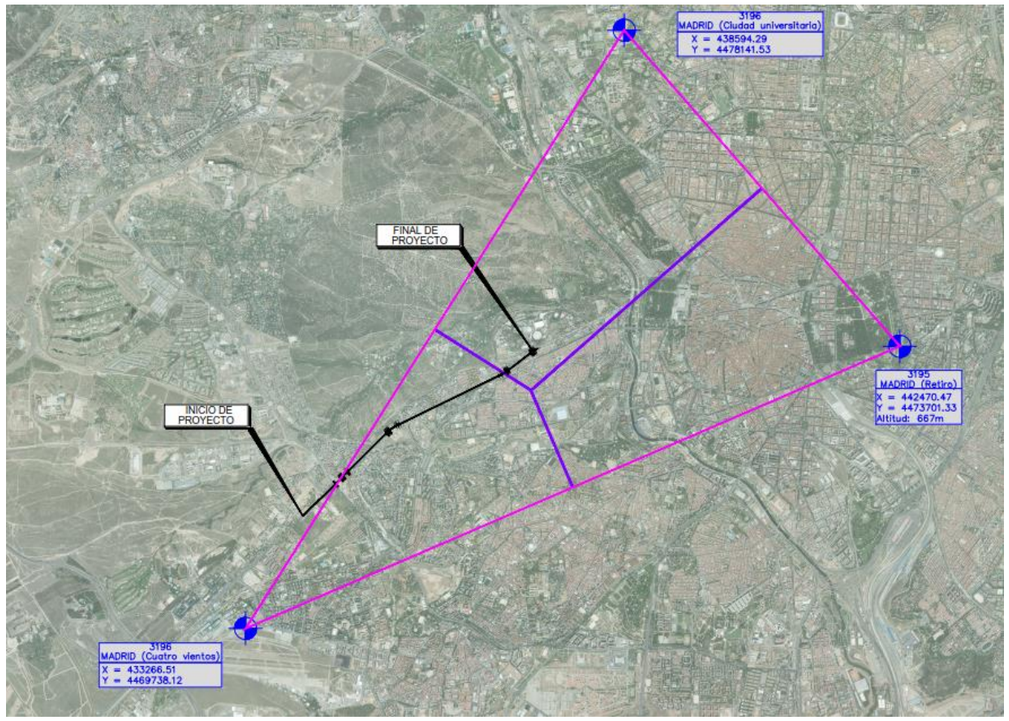
Cuenca Arroyo de los Meaques y análisis de áreas vertientes sobre ortofoto del PNOA

4.2.4.3 Cálculo de las precipitaciones máximas

El objeto de esta parte del estudio es fijar las máximas intensidades de lluvia previsibles en el área de proyecto, para diferentes períodos de retorno.

Para ello se han estudiado las estaciones meteorológicas de la zona que pudieran resultar significativas. Tal y como se observa en la imagen siguiente y como se explicó en la parte de climatología son tres la estaciones a analizar:3194 Ciudad Universitaria, 3195 Retiro, 3196 Madrid Cuatro Vientos

La estación Madrid Retiro se ha descartado, pues de acuerdo con el polígono de Thiessen realizado, ninguna superficie vertiente va a quedar dentro de su influencia. La estación de 3194 Madrid Cuidad universitaria ha sido descartada porque solo ofrece datos completos en 11 años frente a los 74 años de la estación 3196 Cuatro Vientos, que será la considerada.



Estaciones meteorológicas analizadas

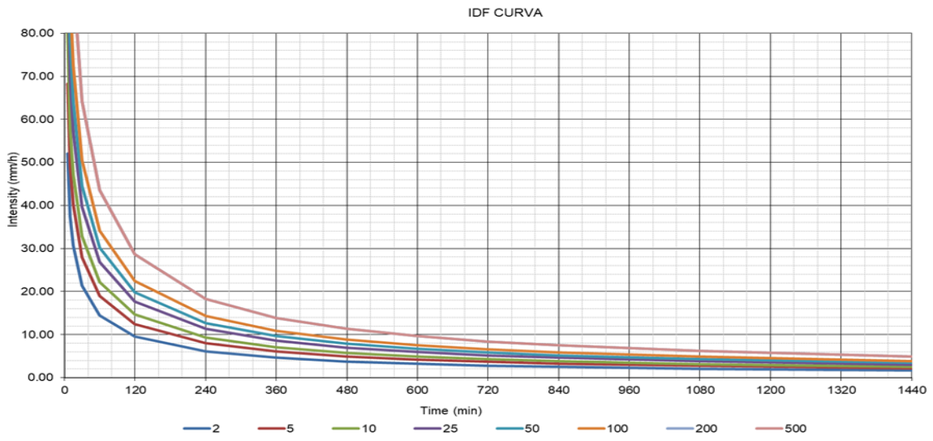
El análisis comparativo se resume en el siguiente cuadro, donde se han escogido, para cada período de retorno considerado, los valores máximos deducidos por cualquiera de los 3 métodos:

Método de Ajuste	Estación	Periodo de retorno							
		2	5	10	25	50	100	200	500
Gumbel	3196 Madrid Cuatro Vientos	33	44	50	59	66	72	79	87
SQRT	3196 Madrid Cuatro Vientos	33	44	52	63	72	82	92	107
Max Lluvias España Peninsular		35.1	46.1	54.1	65.2	73.3	82.6	92.5	105.8
VALOR MÁXIMO		35.1	46.1	54.1	65.2	73.3	82.6	92.5	107.0

Análisis comparativo estaciones meteorológicas

4.2.4.4 Cálculo de caudales de diseño según la metodología de la nueva Instrucción 5.2-IC (2016)

En el Anejo se incluye la metodología para el cálculo de los caudales siguiendo el Método Racional aplicable a aquellas cuencas con una superficie menor de 50 km^2 sin datos de caudales máximos en ningún documento oficial. Este método supone la generación de escorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie.



Curva IDF definida para la zona de proyecto de acuerdo con la metodología descrita.

		PERIODO DE RETORNO, T años							
		2	5	10	25	50	100	200	500
DURACION t Minutos	5	52.68	69.15	81.12	97.88	110.03	123.94	138.76	160.53
	10	38.02	49.92	58.56	70.66	79.42	89.46	100.16	115.87
	15	31.09	40.81	47.88	57.77	64.93	73.14	81.89	94.74
	30	21.61	28.36	33.27	40.15	45.13	50.84	56.92	65.84
	60	14.63	19.21	22.53	27.19	30.56	34.42	38.54	44.58
	120	9.63	12.65	14.83	17.90	20.12	22.66	25.37	29.35
	240	6.16	8.08	9.48	11.44	12.86	14.48	16.21	18.76
	360	4.67	6.13	7.19	8.67	9.75	10.98	12.29	14.22
	480	3.81	5.00	5.87	7.08	7.95	8.96	10.03	11.61
	600	3.24	4.25	4.99	6.02	6.77	7.62	8.53	9.87
	720	2.83	3.72	4.36	5.26	5.91	6.66	7.46	8.63
	840	2.52	3.31	3.88	4.68	5.27	5.93	6.64	7.68
	1080	2.08	2.73	3.20	3.86	4.34	4.89	5.48	6.33
	1440	1.66	2.17	2.55	3.08	3.46	3.90	4.36	5.05

4.2.4.5 Caudales de cálculo en las cuencas

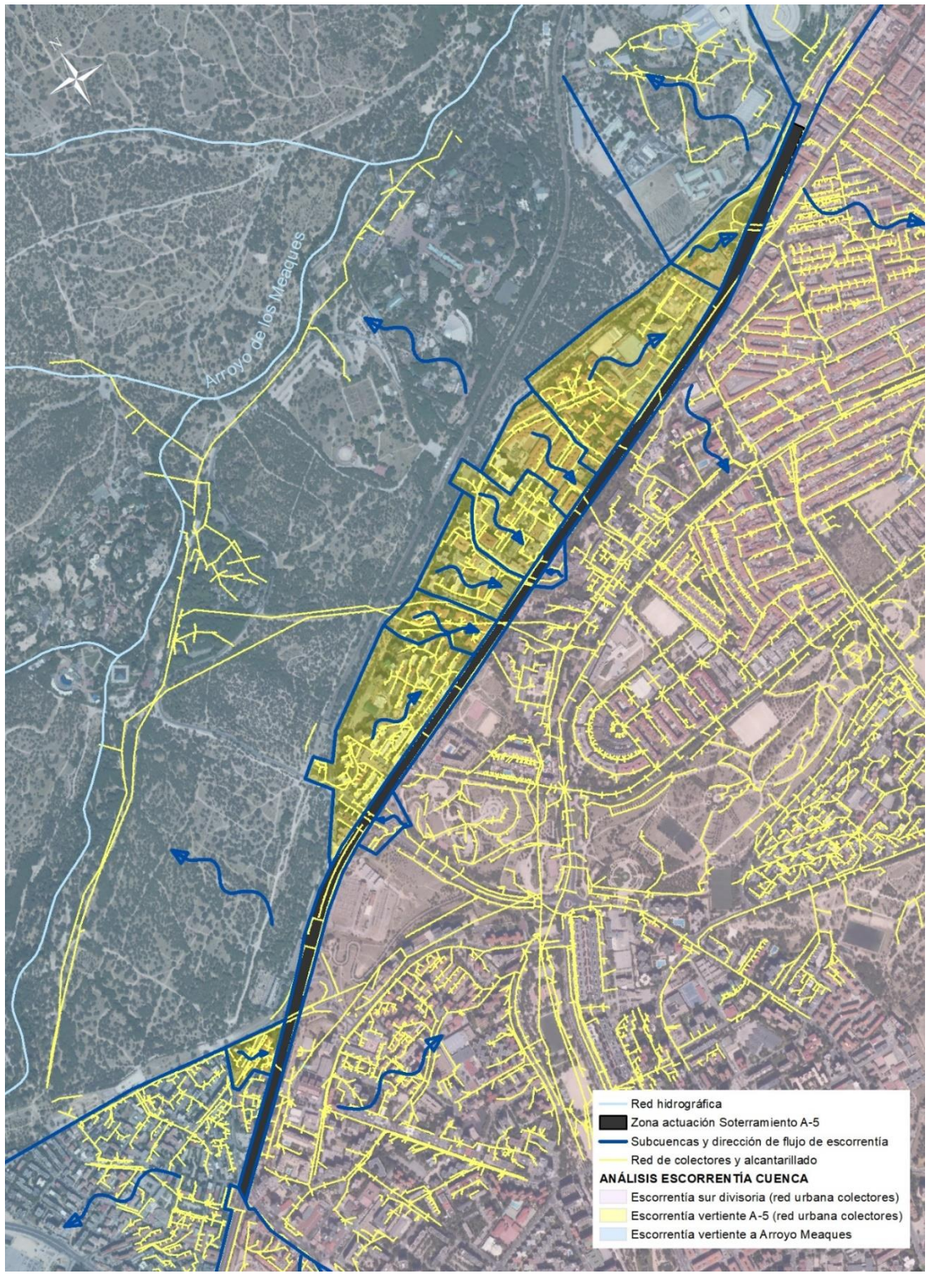
Como ya se ha comentado, al no verse interceptado por la traza de proyecto ningún curso de agua o cauce con cuenca natural asociada no es de aplicación el cálculo de caudales de cuencas asociadas a obras de drenaje transversal como se indica en los epígrafes 3.7.2.2, 3.7.2.4 y 3.7.2.5 del Pliego de condiciones técnicas de la Dirección General de Planificación e Infraestructuras de Movilidad.

Se presenta en este apartado una ampliación de la zona de actuación donde pueden verse indicadas las áreas vertientes en ámbito urbano alrededor de la traza de la A-5 a soterrar, así como la red de colectores de pluviales y saneamiento del ámbito.

Como puede observarse en la figura de la página siguiente, las áreas adyacentes a la traza y vertientes a la A-5, estando ubicadas en zona urbana, ya presentan actualmente una red de colectores que gestiona el drenaje de su escorrentía asociada. Igualmente ocurre en toda el área situada al sur de la divisoria que se sitúa en la propia traza y también, parcialmente, en los terrenos de la Casa de Campo y el Zoo y Parque de Atracciones de Madrid situados al norte de la A-5.

Considerando esta situación actual, el drenaje de las áreas vertientes adyacentes al ámbito de actuación será planteado manteniendo y respetando el dimensionamiento actual de la red de colectores de pluviales y saneamiento ya existente, tratándolo, por lo tanto, dentro del estudio de reposición de servicios afectados.

La metodología y factores del método racional analizados anteriormente se aplicarán en posteriores fases de proyecto para la determinación de los caudales de diseño de los elementos de drenaje longitudinal que sean necesarios en el ámbito de actuación del soterramiento de la A-5 propiamente dicho.



Área ampliada en estudio

4.3 PLANEAMIENTO

El Anejo Nº 4 tiene como objetivo recopilar la información relativa al planeamiento urbanístico vigente en el término municipal de Madrid (PGOUM-97), indicando la adaptación de la propuesta de intervención en el entorno de la A-5 – Paseo de Extremadura en el marco de la redacción del Proyecto de Construcción del Paseo Verde del Suroeste, así como de las calificaciones urbanísticas y las figuras de planeamiento vigentes. El Anejo recoge, del mismo modo, las fichas urbanísticas de cada una de las figuras de planeamiento vigentes, así como los planos que permiten comprobar y evaluar la afección del trazado propuesto a la normativa urbanística del municipio de Madrid.

Coincidiendo con la fase final de la redacción del Proyecto del Paseo Verde del Suroeste se han reactivado las actuaciones relacionadas con la futura Operación Campamento, que presentarán interacciones geométricas y de planeamiento en el entorno de Avenida de los Poblados, motivo por el que se ha adecuado el inicio del Proyecto al entorno de la Avenida del Padre Piquer.

Con el fin de impulsar la actuación del Paseo Verde del Suroeste, y no ralentizar el inicio de su ejecución, se ha tenido que adecuar la parte inicial del Proyecto para no afectar al próximo desarrollo del Plan Campamento y evitar las dificultades técnicas y afecciones que conlleva el cruce bajo la Línea 5 de Metro.

4.3.1 INFORMACIÓN URBANÍSTICA

4.3.2 Situación, ubicación y delimitación

El ámbito de afección de la propuesta de trazado para el proyecto de ejecución del paseo verde del suroeste (soterramiento de la A5, Paseo de Extremadura), comprende un tramo de esta vía situado mayoritariamente en el Distrito de la Latina y parcialmente en el Distrito de Monclo a-Aravaca, del término municipal de Madrid, entre el enlace con la calle Dr. Blanco Nájera al cruce con la Avenida del Padre Piquer, con una longitud de 3,33 km y una extensión de afección aproximada de 306.217,45 m2 (correspondientes a 191.161,20 m2 del Lote 1 y 115.056,25 del Lote 2). Menos de 1%de la superficie total se corresponde con ocupación temporal durante la duración de las obras. Adicionalmente dentro del Proyecto se incluye la construcción de una glorieta en la Avenida de los Poblados, al sur de la A-5, que resulta necesaria para la correcta reordenación del tráfico en el entorno tras la actuación.

4.3.3 Planeamiento vigente

De acuerdo con la Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid, cuya revisión está vigente desde el 4 de Noviembre de 2020, el artículo 34 sobre la Ordenación Urbanística Municipal e instrumentos de planeamiento, se enuncia que:

“La ordenación urbanística municipal está constituida por el conjunto de determinaciones que, de acuerdo con la presente Ley, establezcan los instrumentos de planeamiento (…) que según su función y alcance en la integración de la ordenación urbanística municipal, se clasifican en dos grupos de Planes de Ordenación Urbanística”: el planeamiento general, en el que se inscriben los Planes Generales, y el planeamiento de desarrollo.

Por otra parte, los Planes Generales, se definen como los instrumentos básicos para la formulación de las políticas de desarrollo urbanístico de ámbito municipal de conformidad con las directrices de los planes territoriales. El objeto de los Planes Generales comprende fundamentalmente, la clasificación del suelo, el establecimiento de las determinaciones de ordenación estructurante sobre la totalidad del suelo incluido en el límite municipal, a excepción de los incluidos en los Planes de Sectorización en suelo urbanizable no sectorizado, y finalmente, establecer las determinaciones de ordenación pormenorizada, entre las que destacan, para el proyecto analizado, las siguientes:

- Preservación de los suelos no urbanizables de protección de su urbanización y de su posible degradación.
- Indicación del esquema global de usos del suelo y de las redes públicas con el objetivo de articular la ordenación urbanística necesaria y previsible en los espacios susceptibles de desarrollo urbanístico.
- Precisar los ámbitos Precisar los ámbitos territoriales y las determinaciones concretas de ordenación pormenorizada cuya definición debe ser establecida por instrumentos de planeamiento de desarrollo,
- Ordenar los espacios urbanos teniendo en cuenta la complejidad de usos y actividades que caracteriza la ciudad y la estructura histórica y social de su patrimonio urbanístico, y prever las intervenciones de reforma, renovación o rehabilitación que precise el tejido urbano existente.

En relación a la determinación de los usos del suelo, el artículo 38 de la Ley 9/2001 define como uso global de un suelo como “el destino funcional que el planeamiento urbanístico le atribuye en relación al conjunto del término municipal.” La determinación del uso global del suelo permite caracterizar el destino conjunto del mismo. Además, la ordenación pormenorizada de los usos en cada delimitación de suelo en que se ha dividido el término municipal comprende, además, la regulación de las condiciones de admisibilidad de cada uno de los distintos usos pormenorizados en la delimitación de suelo correspondiente. Por otra parte, el desarrollo de las determinaciones pormenorizadas de la ordenación de los usos del suelo deberá justificar el cumplimiento de la compatibilidad de los usos admisibles entre sí y de los usos pormenorizados propios del uso global.

4.3.4 Plan general de ordenación urbana de Madrid (pgoum-97)

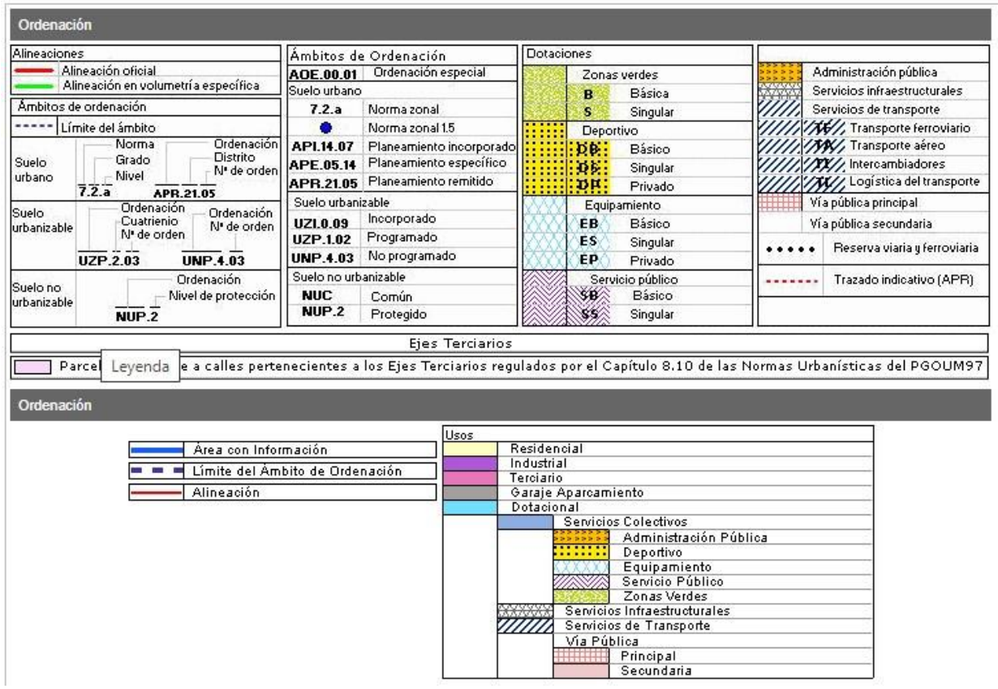
El Anejo se ha redactado de acuerdo con lo establecido en el Compendio de las Normas Urbanísticas del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid de 1997 (en adelante PGOUM-97), actualizado el 3 de diciembre de 2019 por la Dirección General de Planeamiento, encuadrada en la Coordinación General de Desarrollo Urbano.

Con relación a la vigencia del PGOUM-97, éste entra en vigor de forma indefinida, en tanto que no se modifique o revise, con un plazo mínimo de vigencia de ocho años, sin perjuicio de la revisión anticipada en caso de producirse algunas de las circunstancias determinantes de ésta.

El ámbito de afección del presente proyecto comprende usos de vía pública principal, vía pública secundaria, zonas verdes, usos residenciales (restringido al ámbito de circulación de esta calificación) y equipamiento deportivo (restituido una vez finalizada la obra) servicios públicos (gasolinera) y de forma temporal además, infraestructuras (Depósito Casa de Campo) y Dotacional servicios (Subestación Ventas-Alcorcón Iberdrola). Tienen la consideración de terrenos dotacionales o redes públicas conforme determina el artículo 36 de la LSCM, aquellos elementos de la ordenación urbanística que se encuentren al servicio de las necesidades de la población y que puedan ser encuadrables en:

- Sistemas Generales que comprenden las redes supramunicipales o generales que, como elementos fundamentales de la ordenación urbanística del término municipal, integran la estructura general y orgánica del territorio, que en el caso del ámbito de afectación son fundamentalmente Zonas Verdes (V) y Vía Pública (C).
- Dotaciones locales que comprenden las redes locales, que no forman parte de la estructura general y orgánica del territorio y que se encuentran al servicio del sector, de unidades de ejecución o ámbitos territoriales equivalentes.

En régimen jurídico del suelo tanto de los sistemas generales como de los sistemas locales, en relación con la delimitación del área de reparto y el cálculo del aprovechamiento tipo como en los métodos para su obtención, está regulado en el capítulo 3.5 del PGOUM-97.

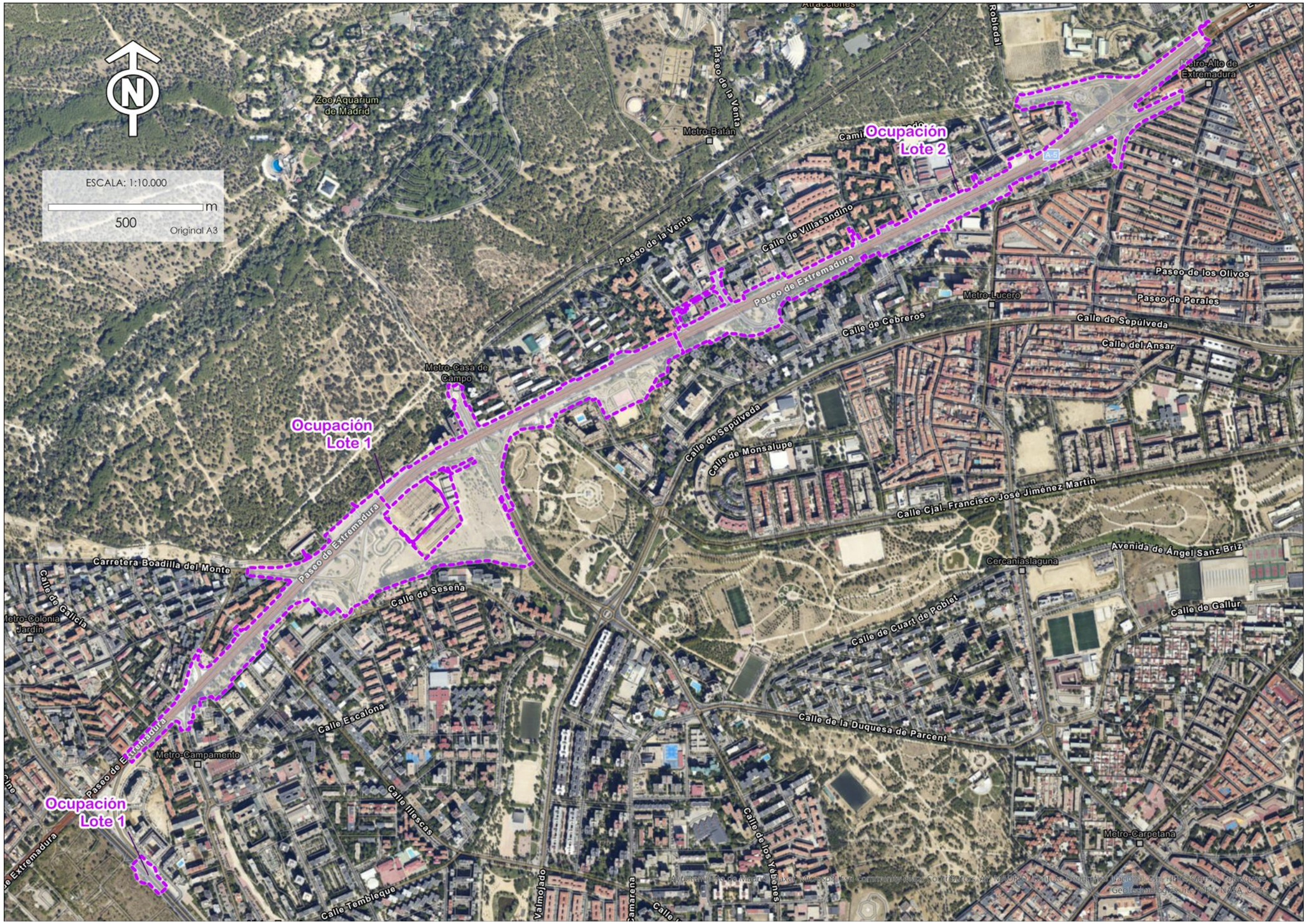


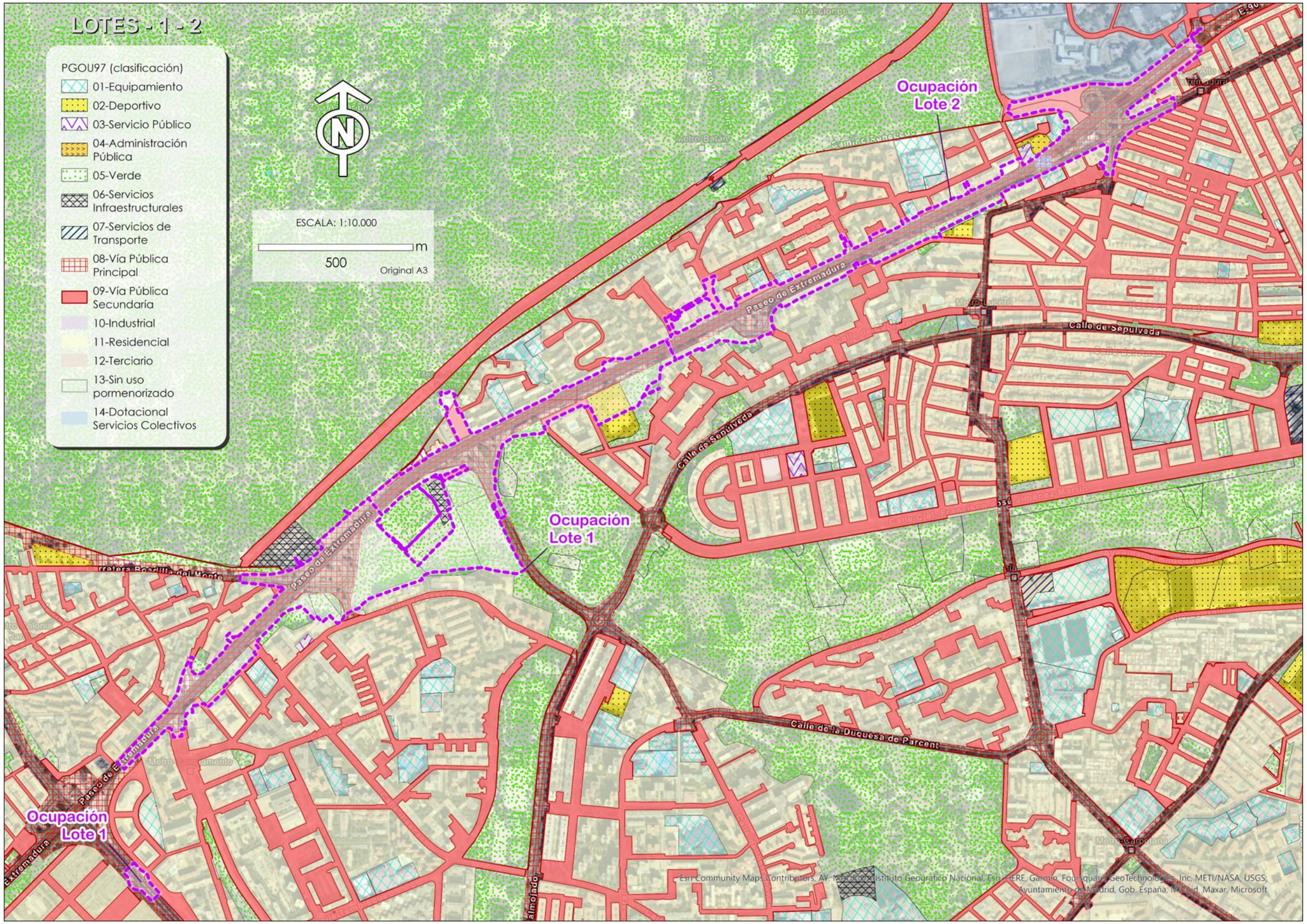
Cuadro de superficies del ámbito de afección de acuerdo con las calificaciones del suelo

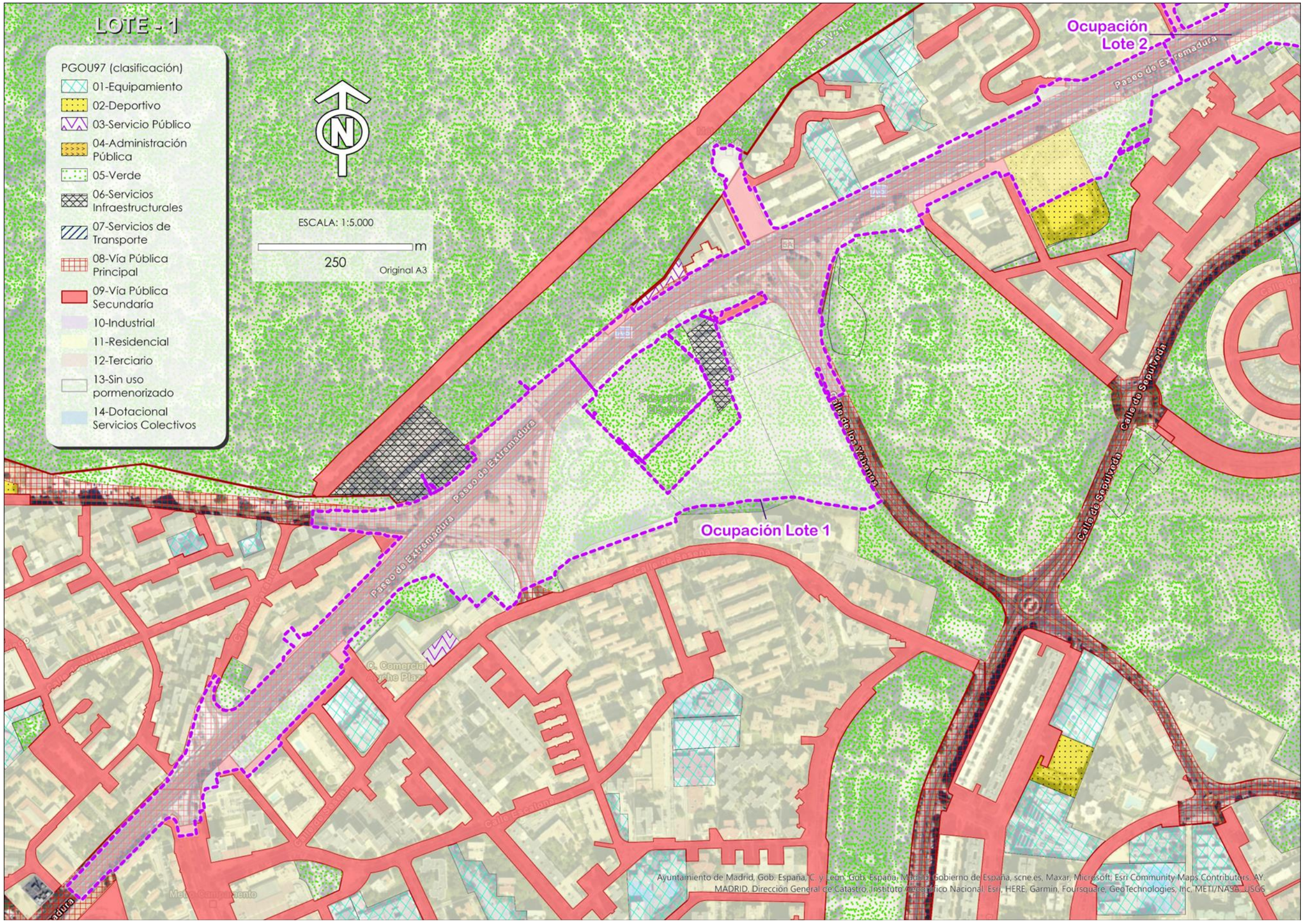
OCUPACIÓNES LOTE 1				
OCUPACIÓN TOTAL (m²)				191.161,20
PLANEAMIENTO Lote 1 (sin cambio clasificación)				
Calificación		**Ocuoación Definitiva (m²)**	**Servidumbre (m2)**	**Ocupación Temporal (m2)**
01	**Equipamiento**	0	0	0
02	**Deportivo**	4.546,99	259,98	1.657,99
03	**Servicio Público**	6,72	0,00	7,20
05	**Verde**	25.241,17	2.107,19	46.910,17
06	**Servicios Infraestructurales**	3,32	95,54	685,23
08	**Vía Pública Principal**	104.645,23	102,13	951,40
09	**Vía Pública Secundaria**	0,36	0,70	4,46
11	**Residencial**	1.270,56	61,65	2.603,21
TOTAL Lote 1		135.714,35	2.627,19	52.819,66

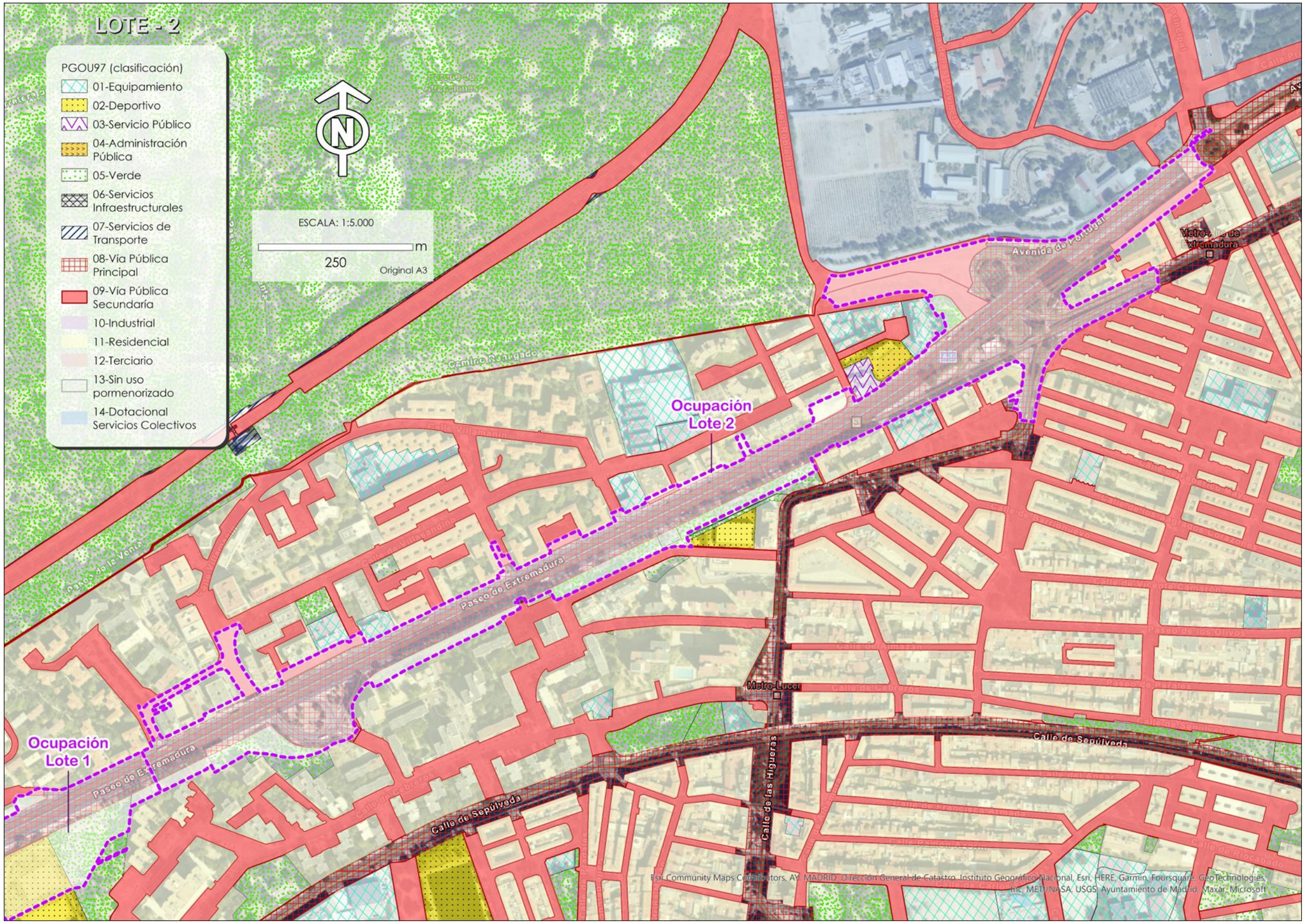
OCUPACIÓNES LOTE 2					
OCUPACIÓN TOTAL (m²)					115.056,25
PLANEAMIENTO Lote 2 (sin cambio clasificación)					
Calificación		Ocuoación Definitiva (m²)	Servidumbre (m2)	Ocupación Temporal (m2)	
01	Equipamiento	112,04	53,65	35,75	
02	Deportivo	0,00	0,00	11,43	
03	Servicio Público	0,00	0,00	0,00	
05	Verde	786,88	349,10	8.466,74	
06	Servicios Infraestructurales	0,00	0,00	0,00	
08	Vía Pública Principal	98.143,27	659,31	731,21	
09	Vía Pública Secundaria	0,00	0,00	23,35	
11	Residencial	471,37	667,12	4.545,03	
TOTAL Lote 1		99.513,56	1.729,18	13.813,51	115.056,25

OCUPACIÓNES TOTALES LOTE 1-2					
OCUPACIÓN TOTAL (m²)					306.217,45
PLANEAMIENTO Lote 1 (sin cambio clasificación)					
Calificación		Ocuoación Definitiva (m²)	Servidumbre (m2)	Ocupación Temporal (m2)	
01	Equipamiento	112,04	53,65	35,75	
02	Deportivo	4.546,99	259,98	1.669,42	
03	Servicio Público	6,72	0,00	7,20	
05	Verde	26.028,05	2.456,29	55.376,91	
06	Servicios Infraestructurales	3,32	95,54	685,23	
08	Vía Pública Principal	202.788,50	761,44	1.682,61	
09	Vía Pública Secundaria	0,36	0,70	27,81	
11	Residencial	1.741,93	728,77	7.148,24	
TOTAL		235.227,91	4.356,37	66.633,17	306.217,45


N
ESCALA: 1:10.000
m
500
Original A3
Zoo Aquarium de Madrid
Metro-Balán
Paseo de la Venta
Robledal
Metro-Alto de Extremadura
Ocupación Lote 2
A-5
Calle de Villasandino
Paseo de Extremadura
Metro-Lucero
Paseo de los Olivos
Paseo de Perales
Calle de Sepúlveda
Calle del Ansar
Calle de Cebreros
Metro-Casa de Campo
Ocupación Lote 1
Calle de Monsalupe
Calle Cjal. Francisco José Jiménez Martín
Avenida de Ángel Sanz Briz
Cercanías Laguna
Carretera Boadilla del Monte
Calle de Galicia
Metro-Colonia Jardín
Calle de Seseña
Calle de Cuart de Poblet
Calle de Gallur
Calle Escaiona
Calle de la Duquesa de Parcent
Metro-Campamento
Calle Ilescas
Calle de los Yébenes
Metro-Carpetana
Calle Tembleque
Valmojado
Camarena


LOTES - 1 - 2
PGOU97 (clasificación)
01-Equipamiento
02-Deportivo
03-Servicio Público
04-Administración Pública
05-Verde
06-Servicios Infraestructurales
07-Servicios de Transporte
08-Vía Pública Principal
09-Vía Pública Secundaria
10-Industrial
11-Residencial
12-Terciario
13-Sin uso pormenorizado
14-Dotacional Servicios Colectivos
ESCALA: 1:10.000
500
m
Original A3
Ocupación Lote 2
Ocupación Lote 1
Ocupación Lote 1
Paseo de Extremadura
Calle de Sepúlveda
Calle de la Duquesa de Parcent
Esri Community Maps Contributors, AY, Instituto Geográfico Nacional, Esri, HERE, Garmin, FoursquareGeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS, Ayuntamiento de Madrid, Gob. España, Madrid, Maxar, Microsoft


LOTE - 1
PGOU97 (clasificación)
01-Equipamiento
02-Deportivo
03-Servicio Público
04-Administración Pública
05-Verde
06-Servicios Infraestructurales
07-Servicios de Transporte
08-Vía Pública Principal
09-Vía Pública Secundaría
10-Industrial
11-Residencial
12-Terciario
13-Sin uso pormenorizado
14-Dotacional Servicios Colectivos
N
ESCALA: 1:5.000
m
250
Original A3
Ocupación Lote 2
Ocupación Lote 1
Paseo de Extremadura
Calle de Sepúlveda
Ala de los Yébenes
Ayuntamiento de Madrid, Gob. España, C. y Leon, Gob. España, Madrid, Gobierno de España, scne.es, Maxar, Microsoft, Esri Community Maps Contributors, AY, MADRID, Dirección General de Catastro, Instituto Geográfico Nacional, Esri, HERE, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS


LOTE - 2
PGOU97 (clasificación)
01-Equipamiento
02-Deportivo
03-Servicio Público
04-Administración Pública
05-Verde
06-Servicios Infraestructurales
07-Servicios de Transporte
08-Vía Pública Principal
09-Vía Pública Secundaría
10-Industrial
11-Residencial
12-Terciario
13-Sin uso pormenorizado
14-Dotacional Servicios Colectivos
ESCALA: 1:5.000
m
250
Original A3
N
Ocupación Lote 2
Ocupación Lote 1
Paseo de Extremadura
Calle de Sepúlveda
Calle de las Higueras
Avenida de Portugal
Metro Lucero
Camino Retirado
Esri Community Maps Contributors, AY, MADRID, Dirección General de Catastro, Instituto Geográfico Nacional, Esri, HERE, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS, Ayuntamiento de Madrid, Maxar, Microsoft

4.3.5 Áreas de Ordenación Especial (AOE)

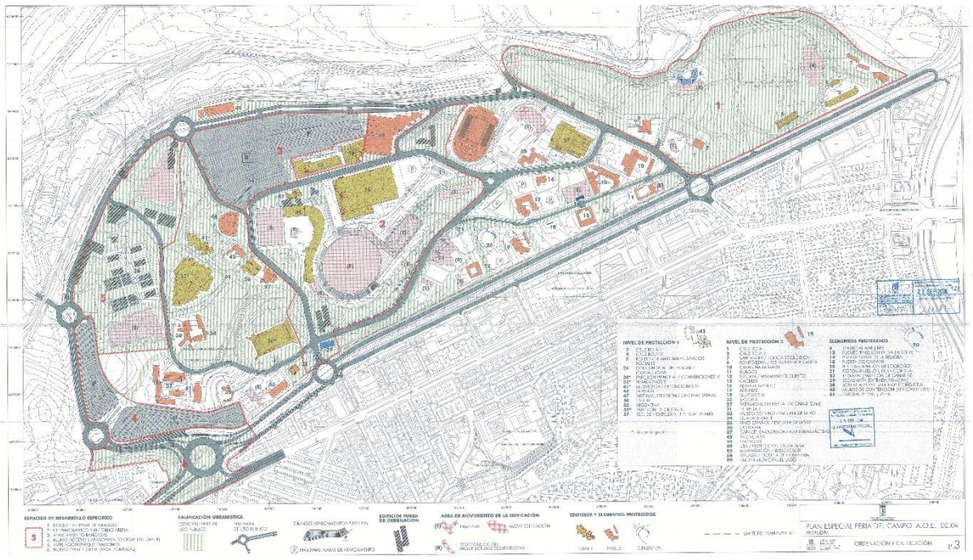
De acuerdo con el PGOUM-97, el ámbito las Áreas de Ordenación Especial (AOE) está delimitado en la ficha b) de condiciones correspondiente cuyo contenido a) y b) tiene un carácter meramente informativo, indicando tanto su localización y la cifra de superficie de ámbito que aparece en la ficha c) de Condiciones Particulares tiene un carácter aproximado e indicativo, pudiendo variar como resultado de una medición más precisa. Los Planes Especiales establecen la definición, ampliación o protección de cualesquiera elementos integrantes de las redes públicas de infraestructuras, equipamientos y servicios.

En el límite norte del ámbito de afección se sitúa el Área de Ordenación Especial **AOE.00.04**

4.3.5.1 AOE.00.04 Feria del Campo

El Área de Ordenación Especial AOE.00.04 comprende Espacios de Desarrollo Específico (EDE) entre los que se encuentra la Plaza y enlace oeste (Avenida de Portugal) cuya ficha se adjunta a continuación:

PE.09.203	**Feria del Campo**		
Figura	PLAN ESPECIAL	**Tipo Planeamiento**	ORDENACIÓN
Expediente	713/2004/01906	**Archivo de Planos**	04/107
Ámbito de Ordenación	AOE00.04 FERIA DEL CAMPO		
Distrito	MONCLOA	**Iniciativa**	Municipal
Sistema de Actuación	Definida en Plan General	**Promotor**	
Unidad Tramitadora	SG PLAN GRAL ORDENACIÓN URBANA		



NORMAS URBANÍSTICAS
Este documento es copia del original aprobado definitivamente el día 27 SEP 2006
AREA DE GOBIERNO DE URBANISMO VIVIENDA Y INFRAESTRUCTURAS
EL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE GESTION
Nº ref.: 04/107

1382

PLAN ESPECIAL FERIA DEL CAMPO A.O.E. 00.04

ESPACIOS DE DESARROLLO ESPECIFICO

Aprobado definitivamente por el Excmo. Ayuntamiento Pleno, el día 27 SEP 2006
EL SECRETARIO GENERAL,

E.D.E. 6

NOMBRE: PLAZA Y ENLACE OESTE (AVDA. DE PORTUGAL)

DELIMITACIÓN: Espacio exterior al ámbito comprendido dentro del Plan Especial :Paseo de Extremadura, instalaciones dotacionales de Batán, Pinar Oeste de Casa de Campo. Límites Sur del AOE 00.04, Avda. de Portugal.

SUPERFICIE (m^2): Indicativa

OBJETIVOS Y CONDICIONES PARTICULARES:

- Creación del nuevo enlace distribuidor de tráficos en superficie entre Paseo Extremadura, Avda. Portugal y Anillo Viario del Recinto, compatible con gran espacio estancial.
- Creación de una cuña o pasillo verde –sin barreras- entre la Casa de Campo y el Distrito de Latina, a través de una gran plaza estancial y del bulevar de la Avda. de Portugal.

ORDENACIÓN PROPUESTA E INTERVENCIONES:

El diseño definitivo de esta encrucijada se plantea desde los requerimientos urbanos del complejo lugar: rótula ambiental entre la Casa de Campo y el Distrito, gran rotador viario de características urbanas, dada la propuesta de soterramiento de la Avda. de Portugal que se habrá de iniciar una vez superada hacia el suroeste la rotonda, para no interferir en ella.

La necesaria conexión de acceso al Ferial desde la "nueva" M-30 y la radial soterrada con el anillo viario principal del ámbito se independizará de la rotonda, pero se producirá a través del correspondiente ramal de desaceleración del Ferial (ver E.D.E. nº 4).

Los espacios no estrictamente viarios que configuran el ámbito, tendrán carácter estancial y usos de ocio al aire libre (incluso el interior de la glorieta) y estarán interconectados dando facilidades a peatones y ciclistas. Tendrán una fuerte dotación arbolada e instalaciones de ocio al aire libre.

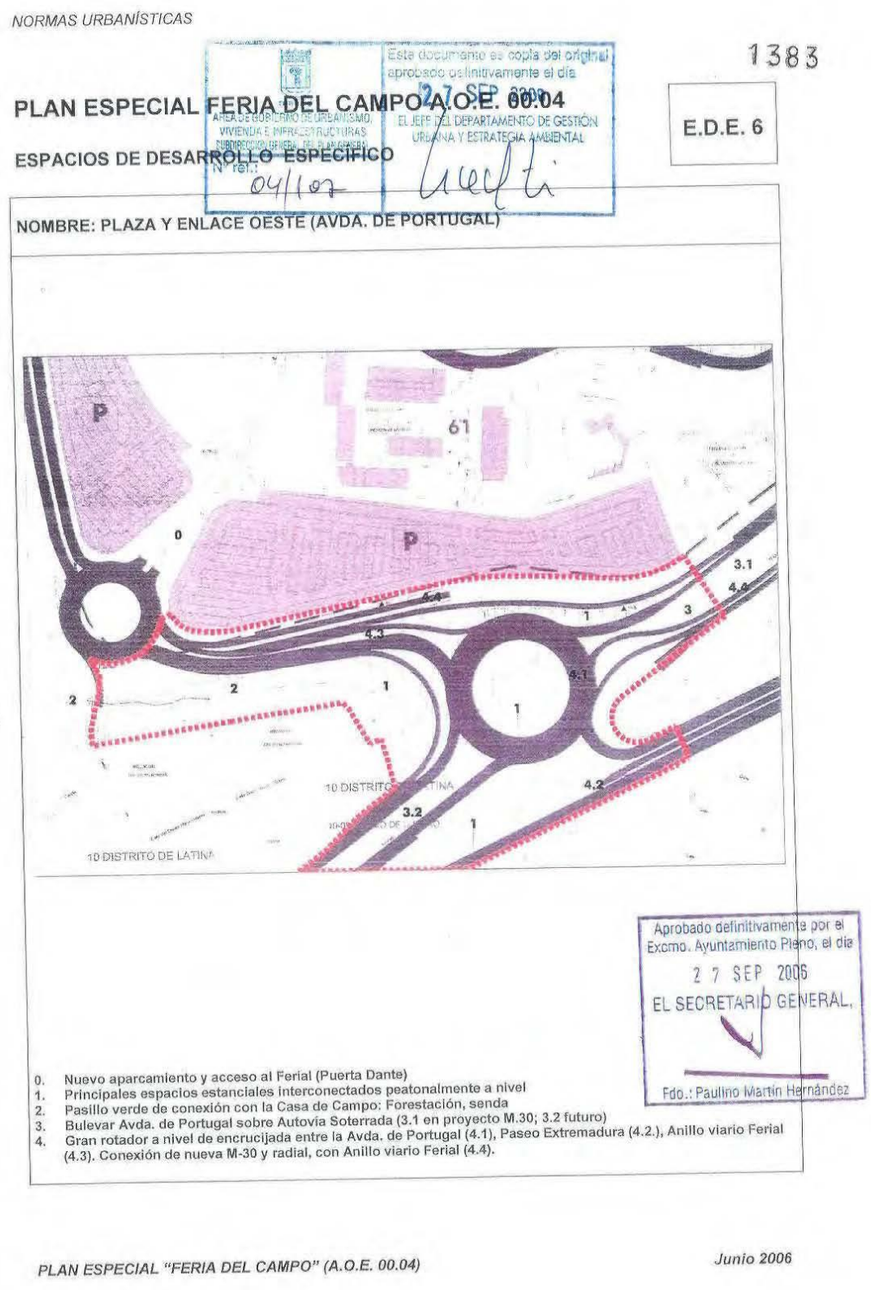
CATÁLOGO, CONDICIONES DE PROTECCIÓN: Sin mas elementos a proteger que el arbolado existente, a integrar en la ordenación.

OBSERVACIONES:

- Ámbito contiguo y exterior al Plan Especial (ver Estudio de Tráfico, apartado 5.3.2 y plano P.4)
- Debe integrarse –como condicionante- en el Proyecto de Soterramiento de la Avda. de Portugal (Proyecto M-30)

FIGURA DE DESARROLLO: Proyecto de obras coordinado con el de ejecución del cierre del anillo de circunvalación y nuevo aparcamiento (2008).

PLAN ESPECIAL "FERIA DEL CAMPO" (A.O.E. 00.04) *Junio 2006*



4.3.6 Áreas de Planeamiento Específico (APE)

El PGOUM-97 establece para las Áreas de Planeamiento Específico (APE) una ordenación específica y pormenorizada, por constituir, unidades de gestión/ejecución independientes, por establecer un régimen específico de protección de la edificación o por reunir unas condiciones urbanísticas que justifican el tratamiento individualizado.

El régimen normativo concreto de las APE se detalla en las fichas individuales que determinan su localización en el municipio, la delimitación del ámbito de ordenación, las condiciones particulares y la ordenación propuesta.

La delimitación de las APE que aparece en la ficha b) Delimitación del ámbito de ordenación, se desarrollará mediante actuaciones sistemáticas/integradas, teniendo en cuenta que las superficies que aparecen en la ficha c) es de carácter indicativo, pudiendo variar como resultado de la medición precisa sobre el terreno.

En el ámbito de afección del presente proyecto se identifican las siguientes Áreas de Planeamiento Específico:

- APE.10.02 N-V / Padre Piquer
- APE.10.04 Paseo de Extremadura 171-173
- APE.10.17 Deportivo Aluche – Escuelas Pías
- APE.10.18 Paseo de Extremadura 177
- APE.10.23 RP Instalaciones Militares de Campamento

4.3.7 Áreas de Planeamiento Incorporado (API)

En este tipo de Áreas, el PGOUM-97 asume de forma genérica las determinaciones de planeamiento y gestión inmediatamente antecedente, con alteraciones parciales de las mismas, en algunos casos. Las determinaciones de las ordenaciones de las API están recogidas en las fichas individuales que particularizan su régimen normativo concreto. Cuando la casilla de Observaciones está en blanco se entiende que se asumen de forma íntegra las determinaciones de planeamiento inmediatamente antecedente.

En el ámbito de afección del presente proyecto se identifican las siguientes Áreas de Planeamiento Incorporado:

- API.10.05 El Olivillo
- API.10.06 Aluche, Seseña
- API.10.10 Cuña Latina - Sepúlveda
- API.10.15 Calle Dante

4.3.8 Otras figuras de planeamiento urbanístico

Se han identificado, además, las siguientes figuras de planeamiento urbanístico afectadas por el ámbito de proyecto, algunas de cuyas fichas se han incorporado en los capítulos anteriores:

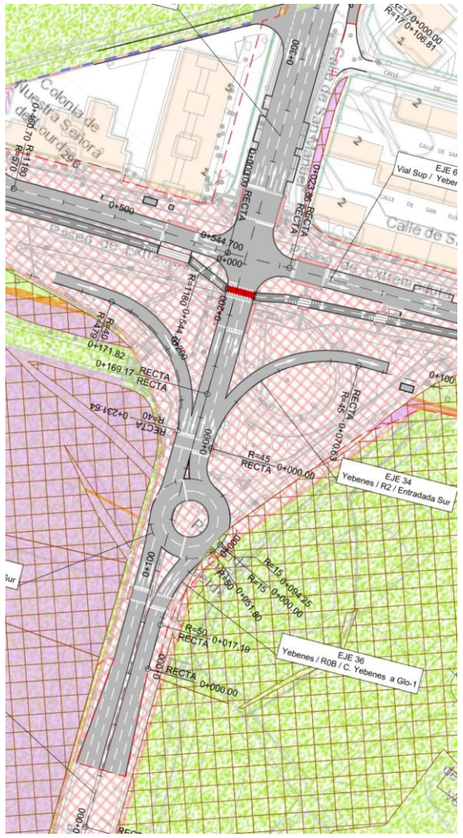
- ED.10.303 Calle Doctor Blanco Nájera
- MPG.10.306. Subestación Ventas Alcorcón Iberdrola
- PE.10.310 C/ San Roberto, 8
- MPG.10.308 Instalaciones Militares de Campamento
- PPR.10.202 Instalaciones Militares de Campamento

4.3.9 Conclusiones

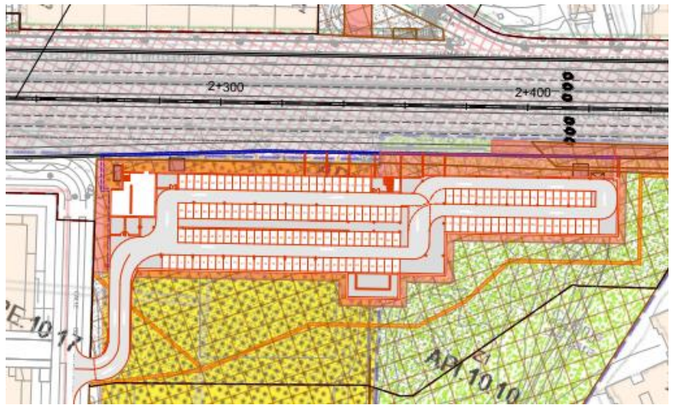
De acuerdo con el planeamiento vigente en el ámbito de actuación, Plan General de Ordenación Urbana de Madrid (PGOUM 97) y tomando como referencia la última actualización el Compendio-2019 de las Normas Urbanísticas del PGOUM -97, aprobadas definitivamente el 3 de diciembre de 2019, el ámbito de afección definitiva es de 11,06 Ha. Por otra parte, en el ámbito delimitado de afección tanto temporal como permanente del proyecto no se encuentran elementos de valor patrimonial catalogados.

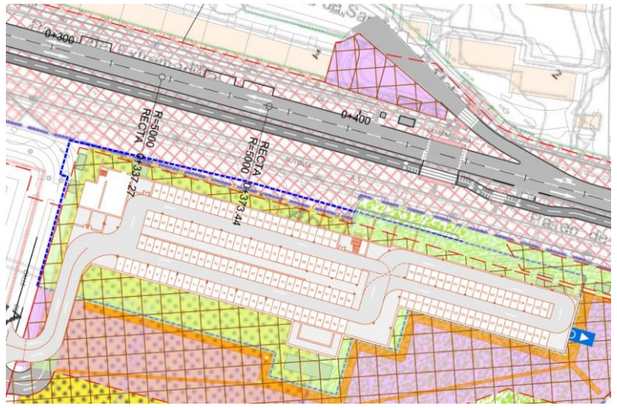
Una vez estudiadas las figuras de planeamiento que coinciden con el ámbito de delimitación, y las calificaciones del suelo determinadas en el PGOU de Madrid vigentes, se determina lo siguiente:

- La superficie de suelo calificado como uso residencial dentro del ámbito de delimitación permanente corresponde en su totalidad a espacios de circulación del ámbito (acera o calzada) dentro de esta calificación y que serán restituidos una vez finalizada la obra.
- El ámbito calificado como Dotacional servicios (Subestación Ventas-Alcorcón Iberdrola) comprende dos fincas catastrales Paseo de Extremadura 351 (Ref. 5526715VK3752F0001OM) y Paseo de Extremadura 351 SGE 3.2 (Ref. 5526718VK3752F0001DM). En la actualidad, las instalaciones de la subestación Ventas-Alcorcón de Iberdrola se encuentran ubicadas, en su totalidad, en la primera finca (coincidente con la delimitación propuesta). Se prevé la ocupación temporal del ámbito señalizado correspondiente a la finca no ocupada por estas instalaciones en los términos establecidos por la legislación vigente
- De acuerdo con la última versión del proyecto ejecutivo, no existe ninguna interferencia entre la entrada al túnel (sentido Madrid) y el ámbito del APE.10.23.RP Instalaciones militares de Campamento; evitando cualquier afección al suelo calificado como “Dotacional zonas verdes básico”. Si en un futuro se decidiera hacer un ajuste en un Plan Especial, se podría simplificar y mejorar geométricamente el trazado de entrada de una eventual prolongación del túnel en ese entorno.
- En la zona de la calle Yébenes se ha ajustado la solución de la rotonda diseñada anteriormente, para evitar la afección de la misma al PU PVSO-A5. Se han reordenado los viarios, quedando encajados en el Planeamiento actual.

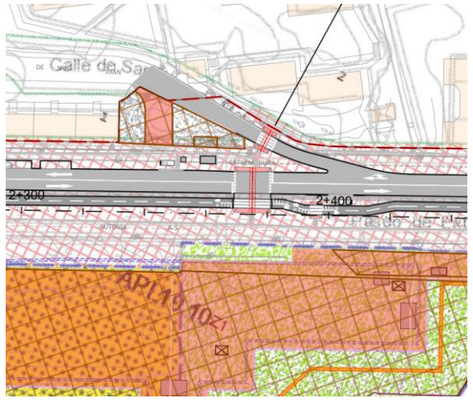


- En el entorno de las calles Sanchorreja y Alverja se ha conjuntado la demanda de un aparcamiento en la zona, con la ubicación de una de las estaciones de ventilación. De este modo se optimiza el coste de inversión situando el aparcamiento subterráneo bajo las zonas deportivas y verdes del entorno de la calle Sanchorreja, que quedarán completamente repuestas tras la actuación.

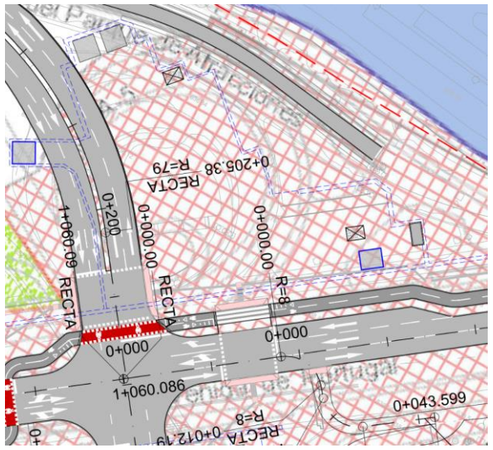




- En el entorno de la calle San Juan de la Mata se ha modificado la geometría de la reposición del vial que se había previsto anteriormente, para ajustarse a la previsión exacta del viario en Planeamiento, adoptando un esviaje de la calle respecto a su encuentro con la configuración del viario en superficie tras la actuación.



- En la zona del Enlace de Parque de Atracciones, se ha modificado la geometría en planta de la estación de ventilación que se ubica en esa zona, para evitar una interferencia de una esquina de la misma bajo la zona verde de ese entorno. Si bien la reposición de la cubierta quedaba como zona verde, bajo la misma quedaba ubicada una parte de la estación de ventilación. Con la modificación de geometría planteada se evita este aspecto.



- Respecto a las ubicaciones de las necesarias salidas de emergencia, se aclara que todas las zonas en las que quedan situadas dentro de parcelas privadas están contempladas como expropiaciones, aunque en superficie se regenere posteriormente la superficie sobre su proyección. Adicionalmente conviene aclarar que estos elementos pueden ser considerados como servicios infraestructurales básicos.
- En relación a las calificaciones urbanísticas de la futura cubierta del túnel, se desestima la redacción de una modificación puntual del PGOUM y se sugiere la redacción futura de un plan especial para todo el sector que recoja estos ajustes con el objetivo de dar continuidad al corredor verde en la cubierta del Paseo de Extremadura. *El Dpto. de Planeamiento del Ayuntamiento determinará los usos y los términos que se recogerán en este plan.*

4.4 AFECCIÓN A EDIFICACIONES

Se ha efectuado una estimación y análisis de los efectos que estos movimientos pueden tener sobre la integridad de las edificaciones ubicadas en el entorno de la traza, definición de las medidas de mitigación y de los procedimientos para su auscultación.

Este análisis se estructura en base a los siguientes aspectos:

- Realización de un inventario de edificaciones
- Definición de la metodología de análisis y de los criterios que se emplearán para el análisis
- Desarrollo del análisis de las afecciones inducidas
- Definición de las medidas de mitigación de asientos en el caso de ser necesarias
- Definición de un plan de monitoreo, estableciendo las magnitudes a medir, los dispositivos a emplear, frecuencias de medición, criterios de interpretación de mediciones y un plan de contingencia.

4.4.1 Inventario de edificaciones

La base de partida para el análisis de la afección a edificaciones es indefectiblemente la identificación de los datos de todas las estructuras a analizar en el proyecto junto con sus principales características.

Se describen a continuación los trabajos llevados a cabo para realizar el correspondiente inventario de edificios próximos a la traza:

- En primer lugar se procedió mediante imagen satelital y planos de catastro para catalogar todos los edificios próximos a la traza. Se ha establecido un ancho de banda para la identificación de edificios considerando a una distancia del eje entorno a los 30-40 metros, se considera este valor suficientemente conservador dado que para distancias de dos veces la profundidad de excavación los asientos son prácticamente despreciables.
- A continuación se procedió mediante visitas de campo a una inspección visual “in situ”, tomando fotografías y recopilando diversos datos sobre sus características estructurales e investigando la existencia de aparcamientos subterráneos bajo los mismos. Las principales características a recopilar en el levantamiento de edificios son:
    - Descripción, uso actual
    - Número de plantas que tiene el edificio
    - Número de sótanos que tiene el edificio
    - Situación del edificio.
    - Tipo de cimentación (losa inferior, pilotes, muros)
    - Estado actual del edificio: En los casos en los que los edificios presentaban lesiones externas apreciables, se tomaron fotografías de detalle de las mismas.
    - Cualquier otro aspecto relacionado con su cimentación, patologías o vulnerabilidad.

Los edificios han sido identificados mediante una numeración y han quedado representados con dicho código en un plano de planta en el que se exponen los resultados obtenidos en el presente documento.

4.4.2 Metodología de análisis

El proceso de análisis de las afecciones conlleva dos procesos:

- Estimación de los movimientos inducidos en el terreno como consecuencia de la excavación de las trincheras. Esta evaluación se ha efectuado mediante métodos empíricos correlacionando la deformada obtenida en los diseños estructurales y/o mediante el desarrollo de modelos de elementos finitos.
- Evaluación del daño potencial que estos movimientos generarán sobre las edificaciones: Con el fin de determinar la posible influencia de la subsidencia producida por las obras sobre las edificaciones y estructuras cercanas, se comprobará que las acciones inducidas corresponden a niveles de afección admisibles. La metodología de evaluación de daños que se va a emplear es congruente con el estado del arte de este aspecto que es adoptado con extensión internacional en los proyectos de obras subterráneas. La evaluación de los efectos de los movimientos y distorsiones en los edificios y estructuras existentes se llevará a cabo en tres etapas en las que el nivel de detalle de los análisis se va incrementando de manera gradual. Aquellos edificios que no cumplen los criterios de aceptabilidad establecidos en una determinada etapa serán analizados en la siguiente etapa de análisis. Finalmente para aquellos edificios que no satisfacen los criterios de aceptabilidad en la tercera etapa se deberán diseñar medidas de mitigación de asientos

4.4.3 Resultados obtenidos

Se exponen a continuación los resultados obtenidos en el análisis desarrollado.

4.4.3.1 Resultados: Etapa 1

Se han desarrollado fichas de análisis particularizadas para cada edificio. En total se han analizado 190 edificios, resultando aptos 154 edificios mientras que pasan a la etapa 2 de análisis 36 edificios. Tres (3) de los edificios inventariados serán expropiados por los que no se han incluido en el análisis de afecciones.

4.4.3.2 Resultados: Etapa 2

Se han desarrollado fichas de análisis particularizadas para cada edificio que no cumplia con los criterios de aceptabilidad de la etapa 1. En total se han analizado 36 edificios, resultando aptos la totalidad de los mismos. Ningún edificio pasa a la fase 3 de análisis.

4.4.3.3 Resultados: Etapa 3

Dado que ningún edificio pasaba la fase 3 de análisis no se ha desarrollado esta etapa. Asimismo no se han diseñado medidas adicionales para la mitigación de asientos.

4.4.4 Plan de monitoreo

A continuación, se ha definido el monitoreo de desplazamientos que deberá implementarse durante la ejecución de las obras para poder asegurar que los análisis de afección desarrollados en el presente documento son congruentes con el desarrollo real de los desplazamientos originados por las obras.

La disposición de las distintas medidas de control de deformaciones se ha previsto combinando varios sistemas en el entorno de las obras de manera que se recabe la mayor cantidad de información para poder cuantificar, analizar y comprender los mecanismos tenso-deformacionales que dominan las deformaciones inducidas.

4.4.5 Magnitudes a controlar

Se describen en el presente capítulo las magnitudes que se deberán controlar en el Proyecto para mantener un adecuado control durante las excavaciones.

- Movimientos horizontales en profundidad mediante la instalación de inclinómetros en los pilotes de las contenciones.
- Movimientos en edificaciones se controlarán los desplazamientos verticales mediante regletas de nivelación y los giros mediante clinómetros.
  Se instalarán regletas de nivelación al menos en las esquinas de todos aquellos edificios situados a una distancia inferior a 5 m respecto de la curva de isoasiento de 10 mm determinada para la etapa 1 del análisis de afecciones.
  Se instalará al menos un clinómetro en aquellos edificios que han pasado a la etapa 2 de análisis y poseen cinco o más plantas sobre rasante.
  Así mismo se efectuará un control sobre la aparición y evolución de fisuras en las edificaciones.

4.4.6 Desarrollo del plan de monitoreo

La definición del plan de monitoreo se ha desarrollado en base a los siguientes aspectos:

- Propuesta de un plan lecturas donde se define la frecuencia de las mismas. Dicha frecuencia se establece en consonancia con la velocidad de reacción que a priori se prevé para el fenómeno a controlar.
- Definición de los umbrales de control que delimitan los valores de las lecturas que indican comportamientos aceptables de las que apuntan a situaciones que requieren actuaciones preventivas o correctivas.
- Establecimiento de los informes de monitoreo que se deberán desarrollar para conseguir una fluidez en la transmisión de los datos a todos los actores que intervienen en el Proyecto, tanto en situaciones normales como en circunstancias especiales.

4.4.6.1 Frecuencia de las lecturas

Movimientos en profundidad: Durante la fase de excavación se tomarán tres lecturas semanales cuando el frente de trabajo se encuentre a 25 metros por delante del punto de observación hasta que se halle a 10 metros después. Una vez el frente de trabajo se encuentre más alejado, se tomará una lectura por semana hasta que éstas se estabilicen. Pasado un mes, se volverá a tomar una nueva lectura y si ésta no es igual a la anteriormente estabilizada, se tomará una lectura semanal hasta que éstas se estabilicen; el proceso se repetirá mensualmente.

Monitoreo de edificaciones:

- Trabajos preliminares: Una vez estimada la zona de influencia de las obras se deberá desarrollar una inspección preliminar, atendiendo fachadas y elementos comunes (escaleras, sótanos, etc.) efectuando un levantamiento del estado inicial de la edificación.
- Control de deformaciones: La medida de las deformaciones se realizará tres veces por semana cuando el frente de trabajo se encuentre a 25 metros por delante del punto de observación hasta que se halle a 10 metros después. Una vez el frente de trabajo se encuentre más alejado, se tomará una lectura por semana hasta que éstas se estabilicen. Pasado un mes, se volverá a tomar una nueva lectura y si ésta no es igual a la anteriormente estabilizada, se tomará una lectura semanal hasta que éstas se estabilicen; el proceso se repetirá mensualmente.
- Control de grietas en edificaciones: Desde antes del inicio de las obras, se creará un archivo general donde se actualice permanentemente el historial de cada grieta o fisura desde el comienzo de la obra hasta la recepción final de la misma. La metodología que se debe seguir es la siguiente:
  - Recorrido mensual de toda la traza para inspeccionar las grietas existentes y ver si se han producido nuevas grietas en los edificios. Detectada alguna nueva grieta se abrirá una ficha con el historial que anteriormente se ha indicado.
  - Recorrido quincenal de todos los edificios con lesiones. Comprobar si ha aparecido o variado alguna grieta y en caso afirmativo proceder como en el punto anterior.
  - Recorrido semanal de todos los edificios con lesiones en los que el frente de la excavación esté a menos de 100 m por delante o por detrás del edificio.
  - Recorrido diario de todos los edificios con lesiones en los que el frente de excavación esté a menos de 25 m por delante o por detrás del edificio.

4.4.6.2 Umbrales de control

Se definen a continuación los umbrales de alerta a tener en cuenta:

- Umbral Verde: deformación menor al 75% de la deformación prevista en los modelos de cálculo.

- Umbral Amarillo: deformación entre el 75% y 100% de la deformación prevista en los modelos de cálculo.
- Umbral Rojo: deformación entre 100% y 130% de la deformación prevista en los modelos de cálculo.
- Umbral Negro: deformación mayor al 130% de la deformación prevista en los modelos de cálculo.

4.4.6.3 Análisis integral de la información

Se considera necesario crear una Unidad de Monitoreo, dotada de los medios humanos y materiales necesarios para llevar a cabo una gestión integral de la auscultación. Esta unidad recibirá la información de los dispositivos colocados en el Proyecto y procederá a su seguimiento y explotación integral.

La Unidad de Monitoreo deberá llevar a cabo una recopilación de las previsiones de proyecto, definiendo las señales de alerta oportunas y los rangos de actuación, antes del inicio de la obra.

Durante las obras deberá observar y controlar todos los parámetros que puedan ser alterados por la excavación (monitoreo) y en caso de aparición de síntomas (señales de alerta) que evidencian riesgo para instalaciones o edificios decidirá el tratamiento oportuno con arreglo a los fenómenos observados.

Aun cuando las magnitudes de las variables a controlar se muevan dentro de los límites de referencia especificados en los cálculos teóricos como admisibles, la Unidad de Monitoreo elaborará informes rutinarios en los que se destaquen estos hechos. Se emitirán tres tipos de informes.

El informe semanal recopilará los resultados obtenidos del monitoreo, indicando la fase constructiva en que se encontraba la obra cuando se obtuvieron los resultados que se acompañan.

En dicho informe se incluirá un análisis de los resultados obtenidos, por comparación con los valores esperados.

El segundo informe será de periodicidad mensual y recogerá los resultados de los informes semanales, representando en gráficos la evolución de las medidas referidas al origen de todos los equipos de monitoreo (con indicación de momentos particulares de obra, tales como la ejecución de pantallas, inicio, interrupción, reinicio de la excavación, colocación de puntales, etc.), incluyendo entre otros, plano de planta del monitoreo colocado y croquis acotado de la sección con indicación de los dispositivos.

Deberá incluir, asimismo, una comparación de las medidas obtenidas con las previstas en el Proyecto, con justificación de su admisibilidad o inadmisibilidad.

Finalmente se incluirán propuestas de las medidas a adoptar incluso procedimiento a seguir, dependiendo del grado de alarma.

Este Informe Mensual debe ser remitido a la Dirección de Obra, dentro de los 7 primeros días del mes siguiente al que corresponda el Informe.

Cada vez que surja algún imprevisto, se comunicará inmediatamente a la Dirección de Obra y se pondrá en marcha, el procedimiento respectivo. Un tercer tipo de Informe, se editará en este caso, y se remitirá en un plazo no mayor de 24 horas.

Los tres tipos de Informes, deberán estar firmados por el responsable del Equipo y desarrollo del Plan de Monitoreo

4.4.7 Plan de contingencia

El Plan de Contingencia considerará los siguientes procedimientos mediante los cuales se puede abordar la mitigación de la generación de asientos en una obra subterránea:

- Refuerzo del terreno mediante inyecciones de consolidación.
- Refuerzos de las estructuras mediante anclajes y/o estampidores adicionales.
- Refuerzo del terreno mediante inyecciones de Jet grouting.
- Refuerzo de cimientos de las estructuras afectadas mediante mejoras en el sistema de cimentación o recalces.

Compensación de asientos mediante inyección de compensación.

En este proyecto el soterramiento se realiza como una excavación al abrigo de pantallas en casi la totalidad del trazado, unos 2,8 km.

El tramo excavado al abrigo de pantallas contempla la ejecución de las pantallas laterales de forma previa a la excavación entre pantallas, que se realiza de forma escalonada y excavando siempre con la losa superior actuando como apuntalamiento entre pantallas.

Los problemas más usuales que pueden aparecer durante una excavación al abrigo de pantallas son los que a continuación se describen.

- Movimientos horizontales de las pantallas. Deberán ser controlados mediante inclinómetros introducidos en las pantallas y nivelaciones topográficas de precisión en la cabeza de la pantalla.

- Subsidencia en el trasdós de las pantallas por abatimiento del nivel freático. Deberá controlarse con piezómetros abiertos en el trasdós de las pantallas.

- Movimientos verticales en superficie. Se deberá realizar un control topográfico de las subsidencias en superficie.

En el Anejo Nº5 se incluyen todos los detalles de los trabajos realizados.

4.5 ESTUDIO DE MOVILIDAD

El estudio de movilidad engloba no solo la movilidad del túnel, sino toda aquella movilidad que integra el túnel y el viario en superficie dentro del contexto urbano de la ciudad en este entorno.

4.5.1 Análisis situación futura

4.5.1.1 Estimación del tráfico en tronco y enlaces.

Se considera un escenario horizonte de 20 años con un crecimiento cero de movilidad privada en el tráfico, este crecimiento está muy por encima de las previsiones del PMUS de Madrid, que contempla decrementos de tráfico de más de 6 puntos en el último PMUS aprobado.

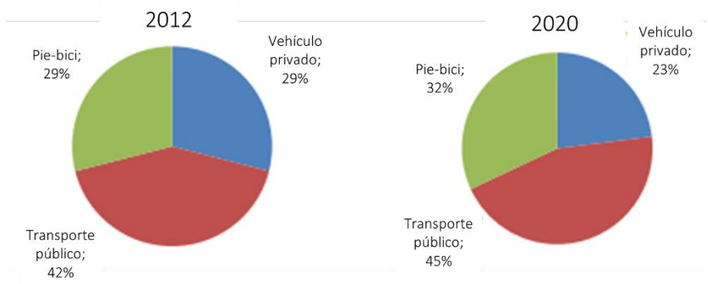


Gráfico comparativo 2012-2020 de la distribución modal

Aun así, los cálculos de capacidad se realizarán para los escenarios de crecimiento que marca el pliego de condiciones técnicas:

- Escenario 1: ESC1: Crecimiento 0% anual
- Escenario 2: ESC2: Crecimiento 1% anual
- Escenario 3: ESC3: Crecimiento 2% anual
- Escenario 4: ESC4: Crecimiento 3% anual

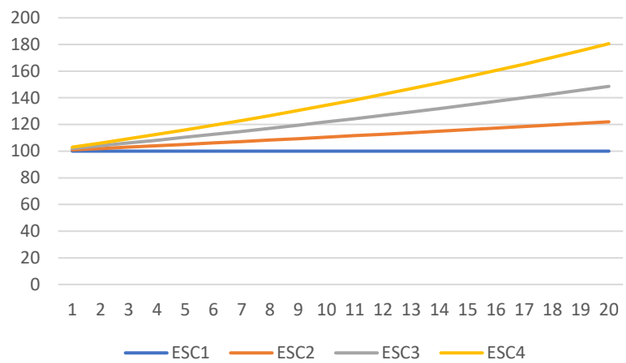


Gráfico escenarios de crecimiento. Fuente: elaboración propia

Todos estos crecimientos tendrán en cuenta además el tráfico inducido y desviado por la mejora de la capacidad de este corredor de entrada de la ciudad, dado que el modelo de simulación utilizado tiene en cuenta el 100% de las calles de la ciudad de Madrid, cosa que supone una redistribución completa de los viajes en la ciudad por esta vía básica.

Las simulaciones de tráfico se realizan para las horas punta de día laborable, horas que están por encima de la hora 100 (que suele estar en el orden del 10% de la IMD).

Los cálculos de capacidad de cada tramo se realizarán para cada año y para la hora 100 tal como indica el pliego de condiciones técnicas.

4.5.1.2 Visión macroscópica

Para analizar el impacto que las actuaciones propuestas producen sobre la A-5, las vías del entorno y otras más alejadas se ha realizado una macro simulación con el modelo de simulación AIMSUN NEXT, utilizado por el Ayuntamiento de Madrid en el dimensionamiento de sus redes viarias.

Esta simulación permite comprobar si el tráfico se redistribuye utilizando itinerarios alternativos y cuáles son las que más tráfico podrían recibir.

Para ello se ha elaborado la siguiente tipología de plano:

- **Plano de intensidades en horas punta.** Donde se representan las intensidades horarias y sus niveles de servicio en la hora punta de la mañana y de la tarde.
- **Plano de rojos y verdes.** Se denomina así al plano generado para comparar el estado futuro con el actual con el que comprobar en que vías aumenta el tráfico (color rojo) y en cuales disminuye (color verde), derivado de las actuaciones propuestas.

4.5.1.3 Intensidades en hora punta

Se ha valorado dentro del escenario futuro la intensidad media en hora punta tanto para la mañana como para la tarde con el fin de analizar si la redistribución del tráfico producida por el nuevo trazado supone la saturación de algún punto de la red en el entorno de la propuesta.

En hora punta de mañana se observa que los incrementos de flujo derivados de la nueva configuración no implican una disminución en la fluidez de las vías, contando éstas con capacidad suficiente para absorber dichos incrementos. El cambio más significativo se produce en la salida de la carretera de Boadilla debido a que es la última salida del túnel antes de su finalización y el vial de conexión principal con la M-502 y la M-511 desde la A-5; esto supone un incremento significativo del flujo si bien con la nueva configuración propuesta para ese vial, la capacidad del mismo no se ve comprometida, quedando su I/C en torno al 0,6 en los momentos punta. El otro punto que ve modificado su I/C es la entrada al túnel sentido Madrid en Yébenes, es la última entrada al túnel antes de alcanzar la M-30, y por tanto concentra el tráfico que busca entrar en Madrid procedente de los barrios del sur de la A-5.

En hora punta de tarde el cambio más significativo se produce en el enlace de Parque de Atracciones que sufre una disminución de fluidez importante coherente con el incremento de flujo que se produce en el mismo provocado por la necesidad de salir del túnel para poder acceder a la zona de Batán y Yébenes desde el trazado en superficie, unido a los vehículos que buscan alcanzar esa misma zona desde el Paseo de Extremadura y acceder al túnel sentido Alcorcón. Otro punto que aumenta su I/C es la carretera de Carabanchel a Aravaca sentido sur debido al aumento de flujo como consecuencia de la implementación del sentido único en carretera de Boadilla

El resto de la red mejora de forma importante su fluidez con respecto a la situación actual, siendo especialmente significativa la mejora en la carretera de Boadilla.

A partir de la comparativa entre los resultados obtenidos con la situación actual y los de la propuesta podemos cuantificar los km de mejora en términos de I/C.

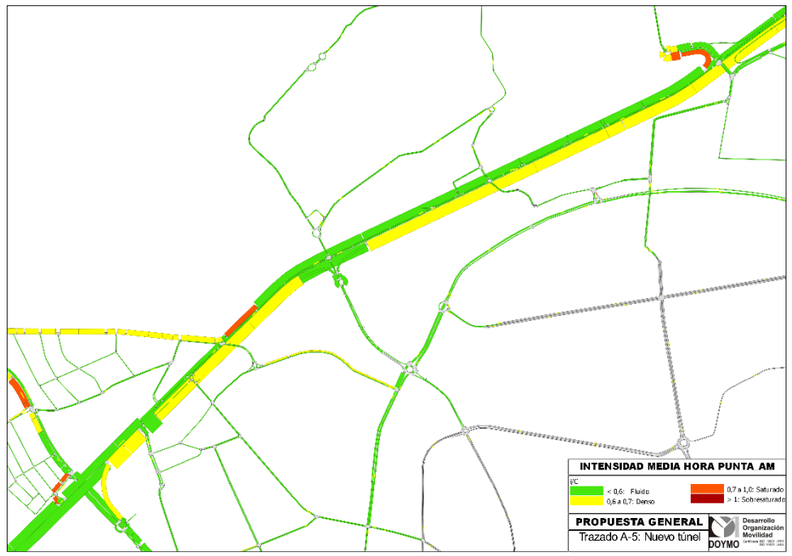
Dentro del ámbito analizado cuantificamos los km de viario con nivel de saturación por encima del 70% y el viario con nivel de saturación entre el 60% y el 70%. El resto es viario con un I/C inferior al 0,6. Se obtiene los siguientes resultados:

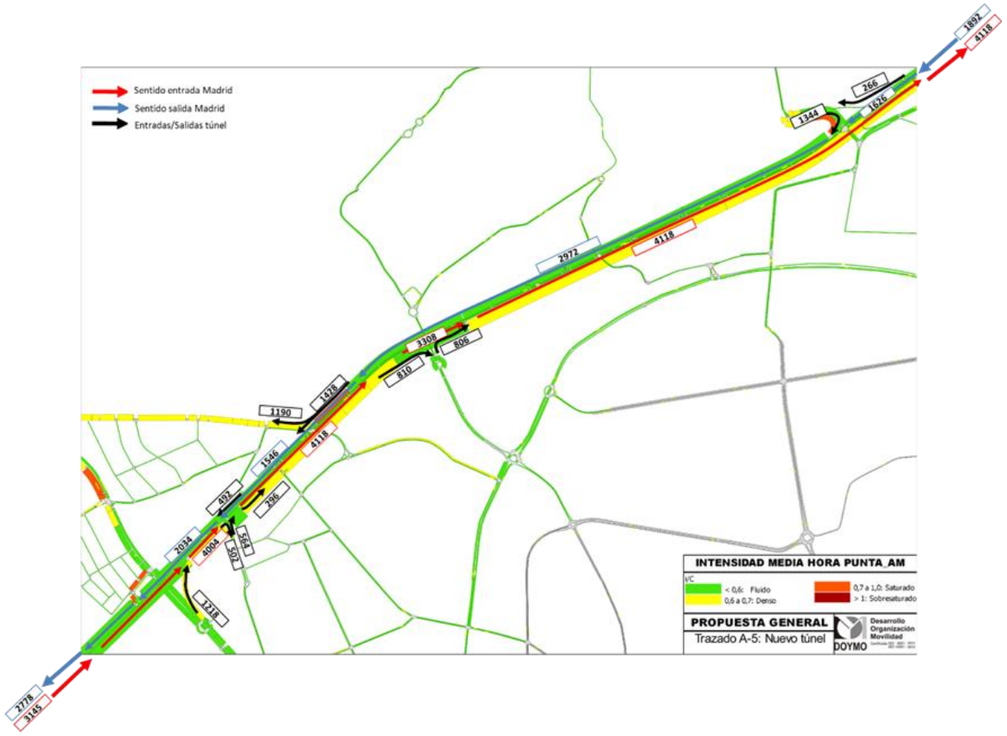
I/C	AM			PM		
	ACTUAL	FUTURO	Disminución/incremento	ACTUAL	FUTURO	Disminución/incremento
0,7-1	2,426	0,786	-1,640	3,303	0,621	-2,682
0,6-0,7	2,845	4,751	1,906	3,078	1,519	-1,559

FIGURA 1. Cuantificación km de mejora del I/C. Fuente: DOYMO.

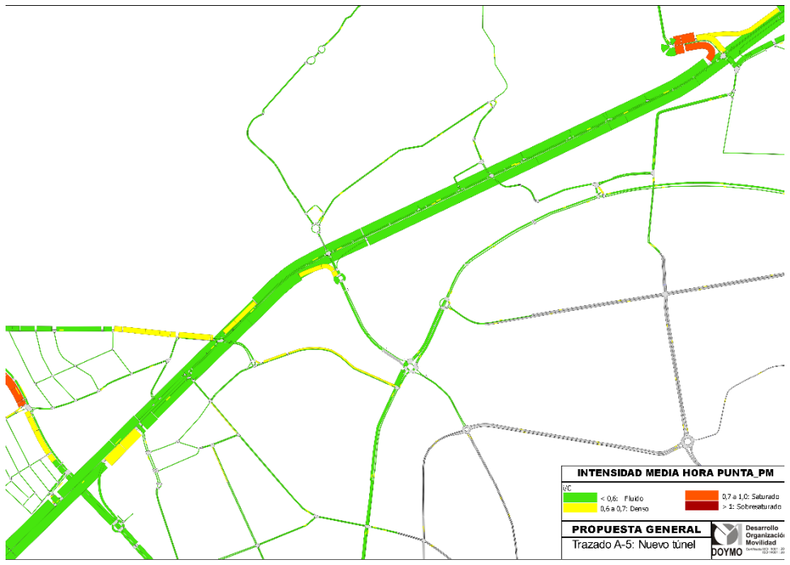
Se observa una importante reducción de los viales con nivel de saturación por encima del 70% tanto en la hora punta de mañana como en la hora punta de tarde, con reducciones de 1,604km (-68%) y de 2,682km (-81%) respectivamente.

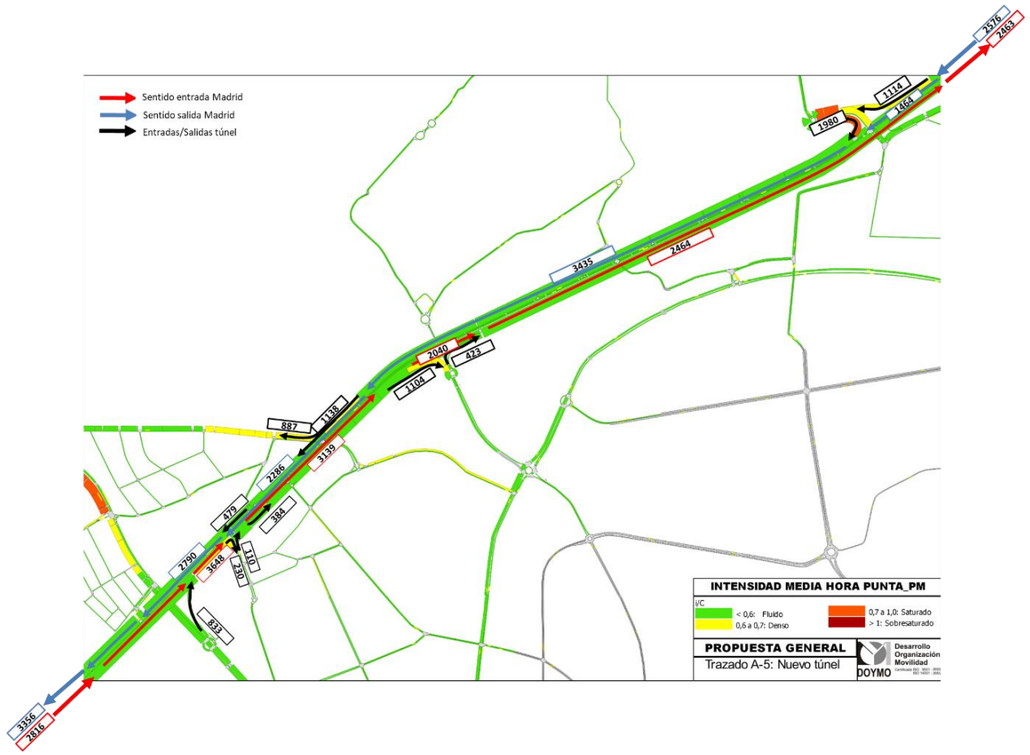
Debido a esta mejora y la redistribución del tráfico, los viales con I/C entre 0,6 y 0,7 aumentan en 1.906km en hora punta de mañana y disminuyen 1,559km para la hora punta de tarde y los viales con niveles de saturación por debajo del 60 % se mantienen en la hora punta de mañana y aumentan en 4,24 km durante la hora punta de tarde.





IM y Resultados I/C en hora punta de mañana. Escenario futuro
(Tramo: Paseo Extremadura – Av. Poblados)





IM y Resultados I/C en hora punta de tarde. Escenario futuro
(Tramo: Paseo Extremadura – Av. Poblados)

En la siguiente tabla se muestran los datos de las entradas y salidas del túnel así como los diferentes tramos del mismo en términos de flujo (veh/h) y su nivel de saturación para la hora punta de mañana y de tarde reflejados en los planos anteriores.

Vial	Calle	Sentido	AM		PM	
			Flujo	I/C	Flujo	I/C
Conexiones	Ramal salida túnel Parque de Atracciones	Salida	266		1117	
	Ramal entrada túnel Parque de Atracciones	Salida	1344		1976	
	Ramal entrada túnel Yébenes	Entrada	806		444	
	Ramal salida túnel Yébenes	Entrada	809		1006	
	Salida túnel Ctra.de Boadilla	Salida	1428		1089	
	Ramal Ctra.Boadilla	Salida	1190		852	
	Ctra de Boadilla	M-502/M-511	1636		1546	
	Ramal acceso tronco Avda. Poblados	Entrada	1218		887	
Túnel	Tramo P.Atracciones - Batán	Salida	2972		3432	
		Entrada	4110		2458	
	Tramo Batán - Yébenes	Salida	2972		3432	
		Entrada	4110		2458	
	Tramo Yébenes – Ctra. Boadilla	Salida	2972		3430	
		Entrada	4110		3019	
	Tramo Ctra. Boadilla – boca túnel (Illescas)	Salida	1546		2340	
		Entrada	4118		3019	

El conjunto completo de resultados de flujo e I/C para las horas punta de mañana y de tarde se encuentran en los planos del *anexo nº2 del Anejo 6* de este documento.

4.5.1.3.1 Escenario de carga y descarga de la red en el escenario futuro.

Debido a los cambios producidos en la A-5 se observa una redistribución del tráfico tanto en hora punta de mañana como en hora punta de tarde, si bien en general, dichas variaciones en los recorridos no suponen incrementos o descensos de flujo de carácter significativo, por lo que la capacidad de las vías no se ve comprometida ante los aumentos.

4.5.1.3.2 Impacto en el viario local

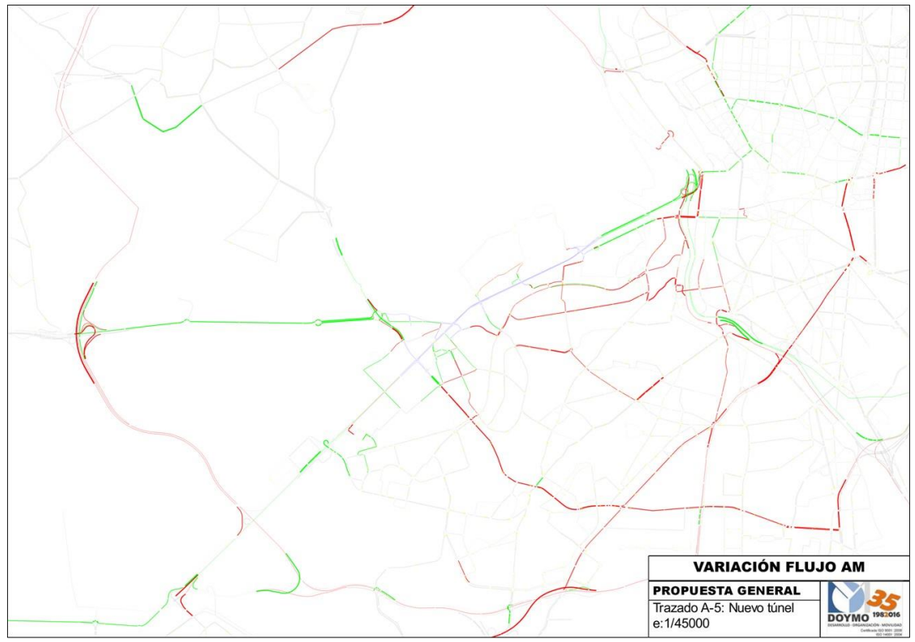
Tras analizar de forma pormenorizada el efecto que la actuación tiene en el entorno, se observa que el mayor crecimiento de vehículos (del orden de 150-230 veh/h) se da en la calle Sepúlveda en ambos sentidos. Este pequeño incremento no supone un cambio relevante en los niveles de servicio actuales. El tráfico local en superficie sentido Madrid es la vía natural para alcanzar los barrios al sur de la A-5, ya que la única salida del túnel se encuentra en el enlace de Yébenes, que conecta de forma directa con este vial. En sentido salida de Madrid es un vial alternativo a la vía parque, que cuenta con mayor capacidad y nos conecta con todos los enlaces.

4.5.1.3.3 Impacto en la A-42.

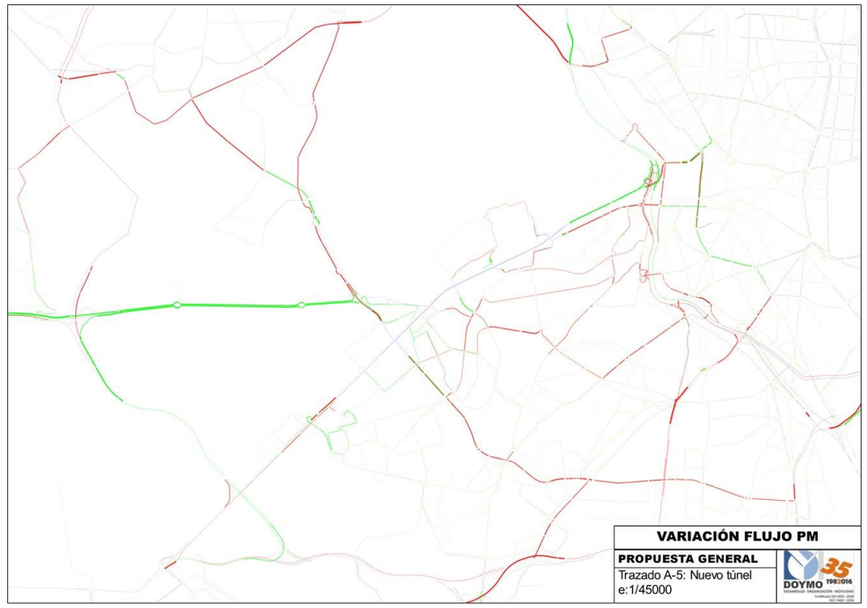
La actuación que se propone no implica el aumento o descenso de los vehículos que circulan por la A-42, ni por los viales de alrededor como Vía Lusitana.

Tras establecer una comparativa entre el escenario actual tanto de mañana como de tarde y el futuro, se observa que las modificaciones de flujo (<50 veh/h) que sufren estas vías no se puede considerar una consecuencia directa de la ejecución del túnel y la reconfiguración de los enlaces.

Otra vía que sufre un incremento de tráfico es la Avenida de los Poblados sentido sur desde M-502, dado que es la vía que da acceso al túnel sentido Madrid para los vehículos que llegan desde la M-502 y M-511. A pesar del incremento, las microsimulaciones muestran que este crecimiento es perfectamente asumible en su conjunto.



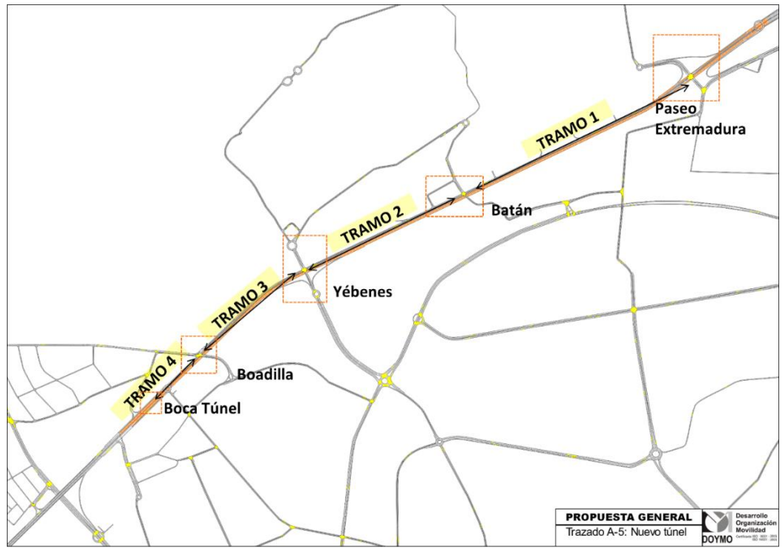
Variación del tráfico. Comparación escenario Futuro – Actual en hora punta de mañana.



Variación del tráfico. Comparación escenario Futuro – Actual en hora punta de tarde.

4.5.2 Cálculo de la funcionalidad del tronco en el periodo de proyecto

Tal como se indica en el pliego de condiciones técnicas se calcula la funcionalidad de la traza del proyecto para los 4 escenarios de crecimiento previstos en cada tramo de proyecto:



Plano de tramos para funcionalidad del tronco

Datos extraídos del modelo de simulación:

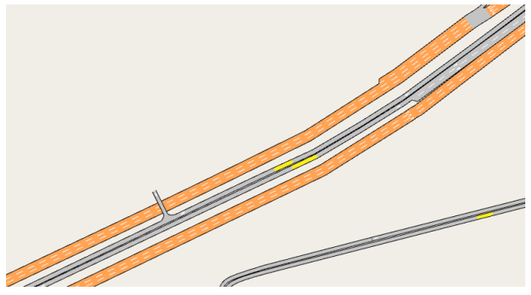
	IH AM		IH PM			
	MADRID	ALCORCON	MADRID	ALCORCON	TRAMO ENTRE	
TRAMO 1	3.872	2.966	2.379	3.280	EXTREMADURA	BATAN
TRAMO 2	2.333	2.966	1.776	3.280	BATAN	YEBENES
TRAMO 3	3.200	2.966	2.626	3.280	YEBENES	BOADILLA
TRAMO 4	2.436	1.376	2.100	1.953	BOADILLA	POBLADOS

Datos de cálculo para la funcionalidad

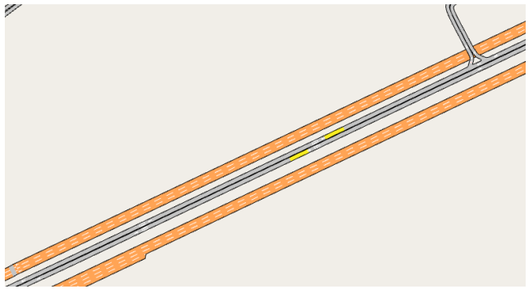
	IMD 2023		IH100			
	MADRID	ALCORCON	MADRID	ALCORCON		
TRAMO 1	39.761	40.175	3.976	4.018	EXTREMADURA	BATAN
TRAMO 2	26.241	40.175	2.624	4.018	BATAN	YEBENES
TRAMO 3	37.260	40.175	3.726	4.018	YEBENES	BOADILLA
TRAMO 4	29.037	21.514	2.904	2.151	BOADILLA	POBLADOS

- CAPACIDAD VIARIA DEL TÚNEL Y NUMERO DE CARRILES

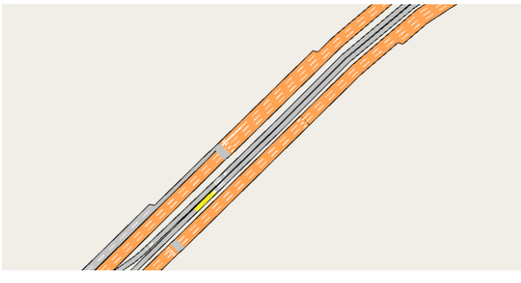
TRAMO 1: 2+VAO



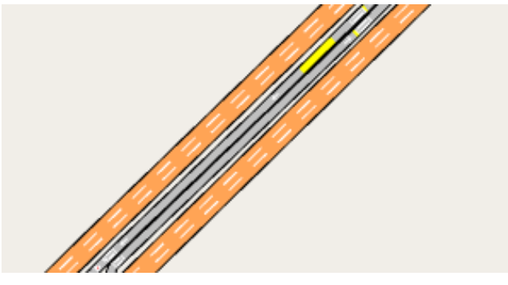
TRAMO 2: 2+VAO



TRAMO 3: 2+VAO



TRAMO 4:2+VAO



La **capacidad efectiva** del túnel será de 3 carriles.

Si tenemos en cuenta las recomendaciones de crecimiento del MITMA en la nota de servicio 5/2014, Prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudios de tráfico de los Estudios Informativos, Anteproyectos y Proyectos de carreteras, podemos estimar que el crecimiento de cálculo puede ser del 1,44% anual.

3.2. Comparativa con referencias oficiales

Tras la obtención de la tasa de crecimiento a partir del modelo elegido, se realizará una comparación con la Orden FOM/3317/2010, Instrucción para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento, o cualquier otra referencia[8] en la que se establezcan tasas de crecimiento previstas en la red de carreteras nacional.

Incrementos de tráfico a utilizar en estudios	
Periodo	Incremento anual acumulativo
2013-2016	1,08%
2017 en adelante	1,44%

Tabla 4. Incrementos de tráfico establecidos en la Orden FOM/3317/2010

Si se propone la utilización de tasas de crecimiento de tráfico a largo plazo distintas a las establecidas por las referencias oficiales, estas se justificarán adecuadamente y se comunicará las circunstancias que aconsejan la adopción de nuevos valores a la Dirección del Estudio o Proyecto, para su aprobación.

Comparativa con referencias oficiales. Fuente: Nota de servicio 5/2014.

Por esta razón, podemos concluir que el nivel de servicio en el año horizonte no superará D en el año horizonte.

Los límites de cambio de nivel de servicio calculados son:

A	NIVEL DE SERVICIO A	de	0	a	2000	vehiculos a la hora
B	NIVEL DE SERVICIO B	de	2000	a	3230	vehiculos a la hora
C	NIVEL DE SERVICIO C	de	3230	a	4650	vehiculos a la hora
D	NIVEL DE SERVICIO D	de	4650	a	5680	vehiculos a la hora
E	NIVEL DE SERVICIO E	de	5680	a	6200	vehiculos a la hora
F	NIVEL DE SERVICIO F	de	6200	a	…	vehiculos a la hora

Niveles de servicio en base a vehículos/hora.

El cálculo completo de niveles de servicio se encuentra en el *Anejo 6.*

4.5.3 Visión microscópica

Con el escenario actual calibrado se ha realizado una micro simulación con la alternativa propuesta que permite valorar y comparar las actuaciones respecto al estado actual.

4.5.3.1 Estudio de los enlaces

Se han analizado los principales puntos críticos desde el punto de vista del funcionamiento del tráfico en el ámbito de estudio habiéndose identificado como tales los 5 enlaces que configuran el trazado. Para éstos se han valorado numerosas alternativas hasta dar con la propuesta final que se refleja en este documento. Dichas alternativas se han ido descartando tanto por su funcionalidad, como por coste o encaje en el trazado. Los resultados de la micro simulación que se presentan a continuación, para hora punta de mañana y tarde, son:

- I/C (Intensidad por Capacidad). Permite ver si las vías propuestas funcionan correctamente o se producirán puntos de congestión en base al flujo (cantidad de vehículos) que circulan por ella y la capacidad estimada por la tipología de vía. Se ha analizado de forma global en el punto 5.2.1 y tal y como se ha indicado en dicho punto, los resultados se incorporan en el *anexo nº2*.

- Tiempos de demora en valor absoluto, en segundos: representa el tiempo adicional respecto al ideal sin tráfico (con velocidades de flujo libre) que, para cada uno de los arcos que compone el modelo, las condiciones del tráfico simuladas imponen.

  Los resultados obtenidos para el estado futuro tanto en hora punta de mañana como en hora punta de tarde se incluyen en el *anexo nº3* de este documento.

4.5.3.2 Resultados tiempos de demora

A continuación, se analiza la variación de los tiempos de demora obtenidos en cada enlace en comparación con los tiempos actuales. Debido a que los enlaces han sufrido una modificación integral de su geometría, se comparan vías que han permanecido sin alterar o que pueden ser asimilables entre su estado actual y futuro.

Si bien es ciertos que con la actuación propuesta se observan puntos en los que los tiempos de demora aumentan respecto al estado actual en términos generales los nuevos enlaces funcionan correctamente y se corrigen los puntos más conflictivos como el de Av. de Portugal y Ctra. De Boadilla.

	Hora punta más desfavorable			
	Calle	Sentido	Actual Demora (seg/veh)	Futuro Demora (seg/veh)
PM	Av. Portugal	Salida de Madrid	50 a 80 seg	35 a 50 seg
	Paseo Extremadura	Salida de Madrid	10 a 20 seg	35 a 50 seg
	Ramal salida túnel	Salida de Madrid	20 a 35 seg	< 10 seg
PM	Calle Villagarcía	Entrada al barrio	50 a 80 seg	20 a 35 seg
	Calle Villamanín	Casa de Campo	50 a 80 seg	< 10 seg
	Calle Villamanín	Via Parque	35 a 50 seg	10 a 20 seg
PM	Ramal salida túnel	Sentido Madrid	20 a 35 seg	< 10 seg
	Calle San Manuel	Sur	< 10 seg	20 a 35 seg
	Calle Yébenes	Norte	35 a 50 seg	10 a 20 seg
AM	Ramal salida Ctra Boadilla	M-502/M-511	50 a 80 seg	< 10 seg
PM			35 a 50 seg	10 a 20 seg
	Ctra. Boadilla	M-502/M-511	50 a 80 seg	< 10 seg
	Calle Seseña	Enlace boadilla	20 a 35 seg	20 a 35 seg
	Calle Illescas	Enlace boadilla	10 a 20 seg	20 a 35 seg
AM	Av. Poblados	M-502	50 a 80 seg	< 10 seg
		Norte: Enlace A5	20 a 35 seg	20 a 35 seg
		Sur: Enlace A5	10 a 20 seg	20 a 35 seg
		A-42	35 a 50 seg	10 a 20 seg

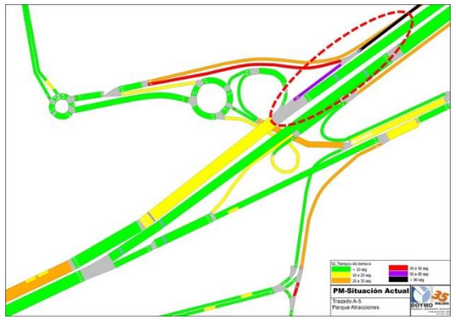
A continuación, se realiza una breve explicación de las variaciones en cada enlace si bien, en el documento Anejo 6, se encuentran todos los planos tanto de la situación actual como futura

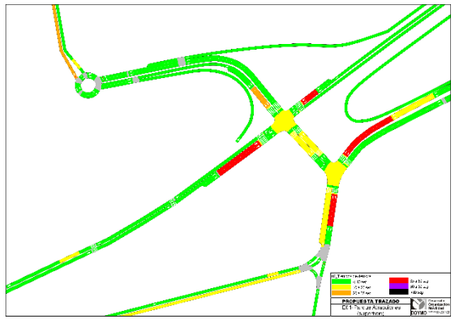
- Paseo Extremadura

Este primer enlace cambia por completo respecto a la situación actual convirtiéndose en una conexión con dos cruces semaforizados, uno sobre el túnel y otro en el Paseo Extremadura (a la altura de calle Huerta de la Castañeda, de donde desaparece el paso inferior).

Los tiempos de demora, aunque superiores a los 35 segundos (más que en la situación actual) permiten una circulación fluida, aunque en algún caso los vehículos deben realizar más de una parada para cruzar.

En relación con la situación actual observando la punta de tarde (momento más desfavorable), se resuelven las retenciones que se producen en la salida de Av. Portugal en la que se registraban tiempos superiores a los 50 seg.





- Batán

En Batán se ha suprimido el paso inferior dejando un cruce semaforizado en superficie y manteniendo la conexión, también en superficie, con la calle Villagarcía. Esta propuesta permite eliminar el actual giro a la izquierda que conectaba en el paso inferior con la calle Villagarcía y de esta forma se ha mejorado los tiempos de demora.

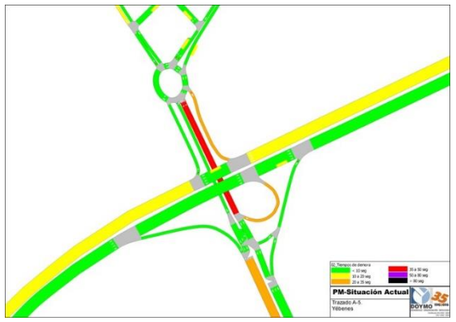
Los niveles superiores a los 50 seg que actualmente se registran en el cruce con esta actuación, en la hora punta de tarde (momento más desfavorable) se sitúan por debajo de los 35 seg.

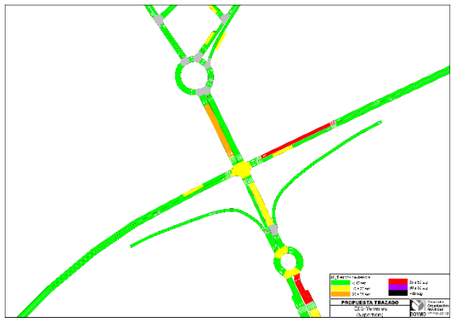
- Yébenes

En este enlace se ha modificado la glorieta actual, ampliándola y suprimiendo un ramal de salida y una de entrada. En lado sur se ha reordenado y simplificado el enlace creando una nueva glorieta que permite que el nuevo enlace funcione como un sistema de pesas. También se ha eliminado el paso inferior y se ha creado un cruce semaforizado. No se permiten los giros a izquierda en el cruce, realizándose este movimiento a través de las rotondas.

En relación con la situación actual más desfavorable los tiempos de demora se equilibran aumentando en algunos puntos, y disminuyendo en otros, si bien los tiempos globales son similares a los actuales.

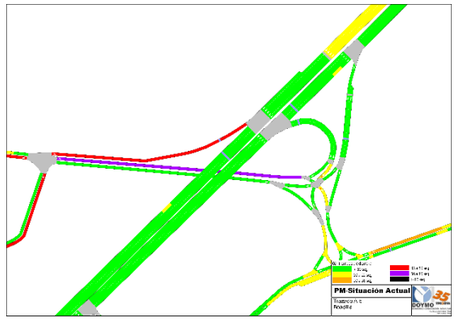
Estos aumentos se deben al elevado flujo de vehículos que circulan por el nuevo enlace en superficie y por los carriles centrales de la vía Parque, ya que a los movimientos con más tráfico se les da una mayor prioridad en los tiempos semafóricos.





- Ctra. De Boadilla

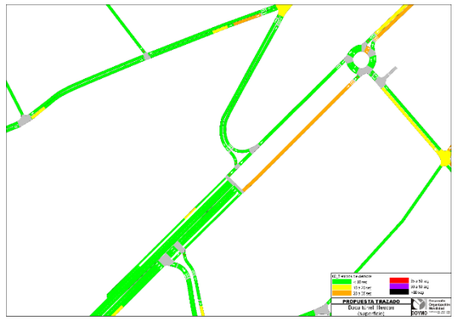
El enlace de la carretera de Boadilla se remodela por completo y se simplifica los cruces que actualmente existen. Con esto se ha conseguido dar una mayor fluidez y reducir los niveles actuales de demora.

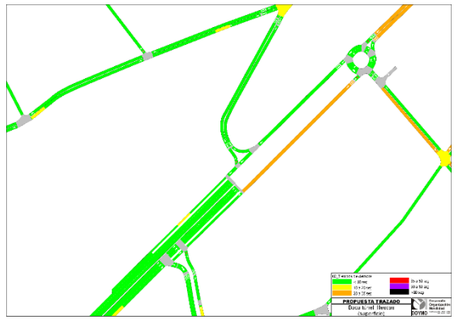


- Boca del túnel – calle Illescas

En el punto donde se ubicará la boca del túnel del proyecto de soterramiento de la A5, no existe actualmente ningún enlace, es un punto de paso del tronco con conexiones laterales a las vías locales existentes. Como puede observarse el diseño viario mediante una rotonda que canaliza la conexión de los ramales de entrada y salida de la A5 con la vía parque y la calle Illescas funciona de forma correcta alcanzando tiempos de demora asumibles y que garantizan la fluidez de la circulación ya que en cada ciclo semafórico se alcanza el vaciado de la sección pertinente.

Cabe destacar que la ubicación de la parada de autobuses urbanos sentido salida de Madrid no provoca retenciones en el ramal de salida ni demoras significativas.

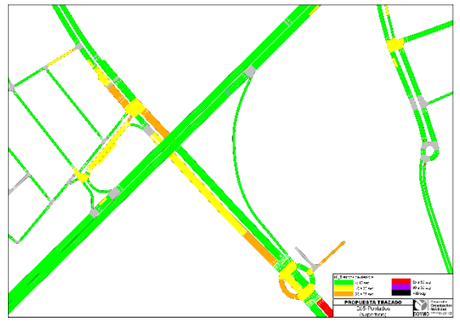




- Av. Poblados

En en la Av. de Poblados únicamente se ha incorporado una nueva rotonda semaforizada al sur del paso de la A5, a la altura de la calle Flor del Coral para permitir el cambio de sentido para acceder al actual ramal de acceso al tronco de la A5 y por ende al túnel sentido Madrid, eliminando el actual giro a la izquierda.

Con estos cambios y la eliminación del sentido sureste en carretera de Boadilla se estima un incremento significativo de tráfico en dirección sur que busca acceder al túnel de la A-5 sentido Madrid aunque sin un perjuicio en los tiempos de demora. En sentido contrario, dirección a la ctra. M-502, también se espera que pueda aumentar el tráfico si bien la regulación semafórica de la rotonda en coordinación con el resto de cruces existentes permite equilibrar y mejorar los tiempos de demora en la nueva situación propuesta



4.5.3.3 Estudio funcionamiento Boadilla-Poblados.

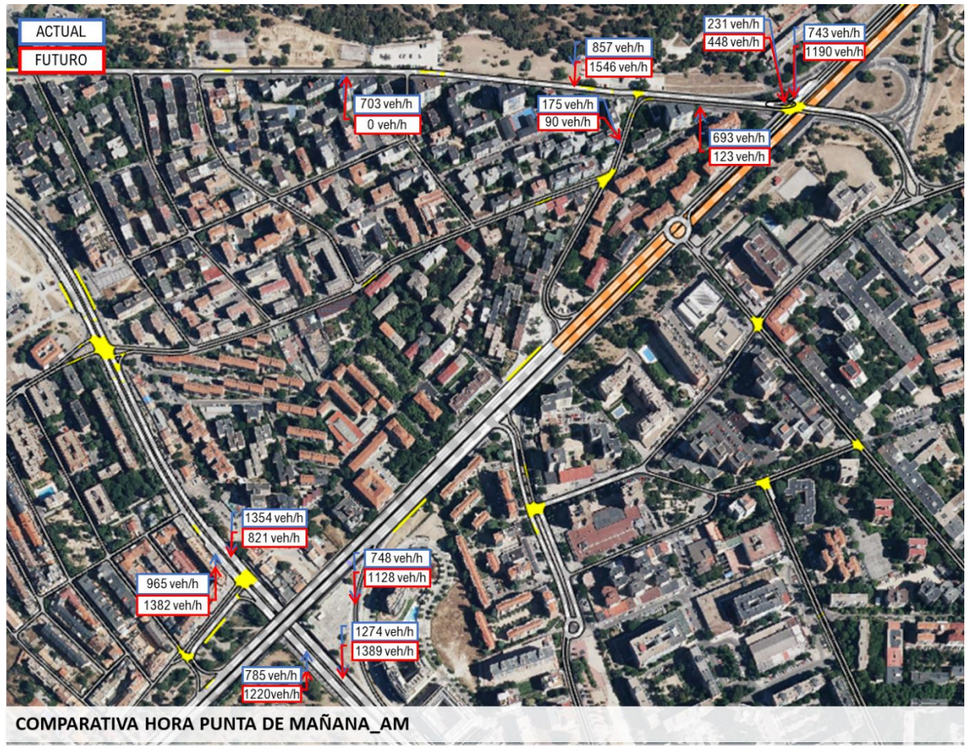
— HORA PUNTA DE MAÑANA

Tal como se ha indicado con anterioridad ambos enlaces se complementan, generando un comportamiento conjunto que supondrá mantener un equilibrio entre los flujos de conexión con el túnel de la A-5.

Se observa que, con la nueva configuración de los enlaces de Boadilla y Poblados, el ramal de salida de la A-5 aumenta de forma significativa el flujo de vehículos, sin bien al dejar la carretera de Boadilla en sentido único (con dos carriles de circulación) dirección M-502/M-511 desde el cruce con la calle Carabias, el aumento de vehículos es asumible por la nueva capacidad de la vía.

Como consecuencia de la eliminación del carril sentido este en la carretera de Boadilla así como del acceso a la A-5 sentido Madrid en ese enlace, el tráfico se desvía por Avenida de Poblados para acceder al túnel sentido Madrid observándose un aumento importante en la Avenida de los Poblados sentido sur del orden de 400-500 veh/h. Este aumento no compromete la capacidad de la vía.

A continuación, se muestran en azul los datos del tráfico actuales, y en rojo los estimados tras las remodelaciones incluidas en el Proyecto.



Comparativa de datos IMHP de mañana en el enlace Boadilla-Poblados

— HORA PUNTA DE TARDE

En hora punta de tarde en el ramal de salida de la A-5 aumenta de forma muy significativa el flujo de vehículos, si bien con la nueva configuración propuesta para la carretera de Boadilla, ese incremento no sólo no compromete su capacidad sino que mejora su situación actual en términos de nivel de saturación.

Al eliminar el vial sentido este en carretera de Boadilla así como el ramal de acceso a la A-5 sentido Madrid, se observa un descenso importante del número vehículos que circulan por el tramo entre Carabias y el enlace.

Se observa un aumento destacable en la Avenida de los Poblados sentido sur pasando de los 1094 veh/h actuales a 1464 veh/h. Este incremento es coherente con la propuesta que se realiza en Ctra. De Boadilla.

A continuación, se muestran en azul los datos del tráfico actuales, y en rojo los estimados tras las remodelaciones incluidas en el Proyecto.

Comparativa de datos IMHP de tarde en el enlace Boadilla-Poblado

4.5.3.4 Flujo en los accesos a la M30

Como consecuencia de las actuaciones incluidas en el Proyecto, se han analizado en detalle las modificaciones del tráfico en los accesos a la M-30, que se resumen a continuación.

- **AM. En el período de hora punta de mañana analizado (7h-9h) se observa un descenso de 250veh/h en el acceso a la M-30 a través del túnel.** Esta disminución es consecuencia de la eliminación de puntos de acceso, especialmente del acceso al túnel sentido Madrid en Parque de Atracciones.

Comparativa flujo acceso M-30 en hora punta de mañana.

- PM. En el período de hora punta de tarde analizado (18h-20h) se produce un descenso muy poco representativo en el número de vehículos que acceden a la M-30 desde el túnel.

Comparativa flujo acceso M-30 en hora punta de tarde.

4.5.4 Impacto sobre la movilidad de los vehículos a motor. Efecto del túnel

4.5.4.1 Vehículo privado

4.5.4.1.1 Velocidad

En general la velocidad en superficie se mantiene dentro del ámbito de estudio, denotándose una pequeña reducción del 1,8% en hora punta de mañana y manteniéndose estable por la tarde.

VELOCIDAD	COCHES	
	AM	PM
ACTUAL	60,1	55,93
FUTURO	59,00	56,42
% Variación	-1,8%	0,9%

Comparativa velocidades transporte privado.

4.5.4.2 Transporte público

La red de transporte público se ve afectada por esta actuación en tanto en cuanto los autobuses urbanos quedarán circulando en superficie mientras que los interurbanos lo harán por el túnel.

A fin de optimizar los tiempos de recorrido y aprovechar la existencia de bus-vao desde el Consorcio se informa de que, en todo el trazado del túnel, los autobuses interurbanos no realizarán ninguna parada entre la boca del túnel y Príncipe Pío en ninguno de los sentidos.

Para garantizar la intermodalidad, la parada de interurbanos previa al túnel se producirá en Aviación Española, donde coinciden con la línea 39 de la EMT y con la parada de Metro del mismo nombre correspondiente a la L10. **Se debe ampliar y acondicionar el espacio de parada para garantizar la carga y descarga de viajeros de las líneas de interurbanos.**

Punto de intermodalidad en Aviación Española.

La ubicación de este punto de parada podría tener efecto en la circulación del tronco sentido Madrid ya que el elevado volumen de expediciones (80 exp/hora) tiene que trenzar para incorporarse al carril bus dentro del túnel si bien se dipone de más de 2km para la realización de dicho trenzado.

Posible trenzado de los interurbanos en sentido entrada.

Se ha calculado el nivel de servicio del trenzado aun cuando la distancia de trenzado es muy grande, superior a los 2000 metros.

8.6 CARRILES DE TRENZADO.

Se denominan carriles de trenzado a los carriles constituidos por la unión de un carril de aceleración y otro de deceleración consecutivo (Figura 8.19).

FIGURA 8.19. CARRIL DE TRENZADO.

La longitud efectiva del carril de trenzado es aquella en la que están autorizadas las maniobras de trenzado y que coincide con la longitud de la marca vial discontinua.

Para que pueda ser considerado y señalizado como tal, la longitud máxima de un carril de trenzado, medida entre secciones características de un metro (1,00 m) no será, salvo justificación en contrario, mayor que mil quinientos metros (no > 1 500 m).

Las longitudes mínimas de los carriles de trenzado se incluyen en el Capítulo 9.

Los carriles de trenzado tendrán:

- Ancho de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y, en curvas, dicho ancho más el sobreancho correspondiente, mientras no se separen de la calzada.
- Arcén derecho de igual ancho que el arcén derecho de la calzada.
- Igual pendiente transversal que la calzada principal, en la longitud comprendida entre el punto de unión de ambas calzadas y la sección característica de un metro (1,00 m).

Carriles de trenzado. Fuente: Norma 3.1 IC-Trazado

Aunque a primera vista, ya parece que este trenzado no va a suponer ningún problema de capacidad para el tronco y los autobuses podrán irse trenzando progresivamente hasta el carril bus-vao durante los 2.000 metros disponibles, se ha se ha utilizado el manual de capacidad de carreteras HCM 2010 para asegurar que los niveles de servicio son adecuados en este tramo:

FREEWAY WEAVING WORKSHEET

General Information

Analyst	doymo
Agency/Company	doymo
Date Performed	15/11/2021
Analysis Time Period	hora punta

Site Information

Freeway/Dir of Travel	A5
Weaving Seg Location	trenzado bus
Jurisdiction	Ay.Madrid
Analysis Year	2045

Inputs

Freeway free-flow speed, S_{FF} (km/h)	80	Weaving type	A
Weaving number of lanes, N	4	Volume ratio, VR	0.02
Weaving seg length, L (m)	750	Weaving ratio, R	0.00
Terrain	Level		

Conversions to pc/h Under Base Conditions

(pc/h)	V	PHF	Truck %	RV %	E_T	E_R	f_{HV}	f_p	v
V_{o1}	3940	0.90	3	0	1.5	1.2	0.985	1.00	4443
V_{o2}	400	0.90	3	0	1.5	1.2	0.985	1.00	451
V_{w1}	0	0.90	0	0	1.5	1.2	1.000	1.00	0
V_{w2}	80	0.90	25	25	1.5	1.2	0.851	1.00	104
V_w				104	V_{nw}				4894
V									4998

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Unconstrained		Constrained	
	Weaving (i = w)	Non-Weaving (i = nw)	Weaving (i = w)	Non-Weaving (= nw)
a (Exhibit 24-6)	0.15	0.0035		
b (Exhibit 24-6)	2.20	4.00		
c (Exhibit 24-6)	0.97	1.30		
d (Exhibit 24-6)	0.80	0.75		
Weaving intensity factor, Wi	0.31	0.12		
Weaving and non-weaving speeds, Si (km/h)	72.97	81.38		

Number of lanes required for unconstrained operation, Nw 0.38
Maximum number of lanes, Nw (max) 1.40

☑ If Nw < Nw(max) unconstrained operation ☐ if Nw > Nw (max) constrained operation

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service, and Capacity

Weaving segment speed, S (km/h)	81.18
Weaving segment density, D (pc/km/ln)	15.39
Level of service, LOS	C
Capacity of base condition, c_b (pc/h)	8570
Capacity as a 15-minute flow rate, c (veh/h)	8443
Capacity as a full-hour volume, c_h (veh/h)	7599

Notes

a. Weaving segments longer than 750 m are treated as isolated merge and diverge areas using the procedures of Chapter 25, "Ramps and Ramp Junctions".
b. Capacity constrained by basic freeway capacity.
c. Capacity occurs under constrained operating conditions.
d. Three-lane Type A segments do not operate well at volume ratios greater than 0.45. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.
e. Four-lane Type A segments do not operate well at volume ratios greater than 0.35. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.
f. Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate: 2,800 pc/h (Type A), 4,000 (Type B), 3,500 (Type C).
g. Five-lane Type A segments do not operate well at volume ratios greater than 0.20. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.
h. Type B weaving segments do not operate well at volume ratios greater than 0.80. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.
i. Type C weaving segments do not operate well at volume ratios greater than 0.50. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.

Copyright © 2005 University of Florida, All Rights Reserved *HCS+*™ Version 5.21 Generated: 15/11/2021 9:25

El manual de capacidad impone como longitud máxima de trenzado una longitud de 750 metros cosa que aún nos deja dentro de un amplio margen de seguridad en los cálculos.

El nivel de servicio del trenzado es C, cosa que supone demoras mínimas y garantiza la funcionalidad del tronco y de los carriles de incorporación y salida de la zona de trenzado.

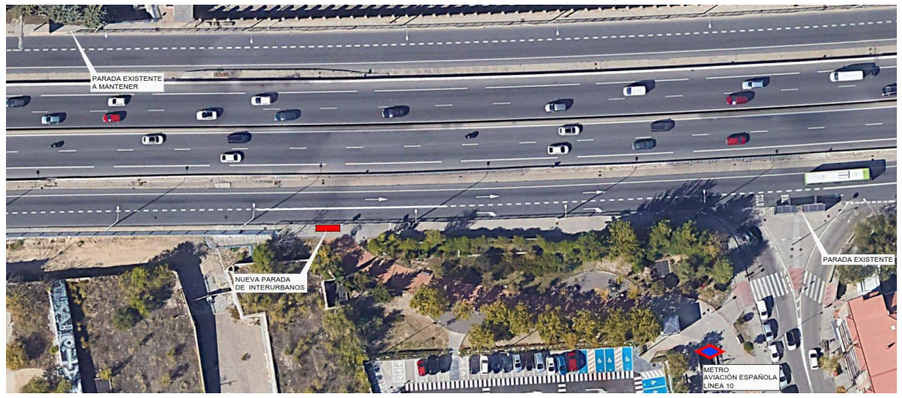
Niveles de servicio-Descripción de circulación

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DE FLUJO	DESCRIPCIÓN DE CIRCULACIÓN
A		Alta calidad de servicio. El tráfico fluye libremente con poca o ninguna restricción de velocidad o maniobra. **No hay demoras**
B		El tráfico es estable y fluye libremente. La capacidad de maniobra se encuentra tan solo levemente restringida. **No hay demoras**
C		Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad, y la libertad de maniobra está restringida. Los conductores deben ser más cuidadosos en los cambios de carril. **Demoras mínimas**
D		La velocidad disminuye ligeramente y aumenta la densidad. La libertad de maniobra se encuentra notablemente limitada. **Demoras mínimas**
E		Proximidad de los vehículos entre sí, con poco espacio para maniobras. La comodidad de los conductores es escasa. **Demoras significativas**
F		Tráfico muy congestionado con atascos, especialmente en áreas donde los vehículos confluyen. **Demoras significativas**

4.5.4.2.1 Recorridos y velocidad

- Bus InterUrbano

  - Se mantiene la oferta existente, así como los itinerarios actuales, considerando que todas las líneas que paran actualmente en el tramo de la A-5 afectado por la propuesta, tendrán su primer punto de parada una vez alcanzada la superficie en Aviación Española, que es una zona en la que existe adicionalmente una parada de Metro y paradas de autobuses urbanos. Del mismo modo en sentido entrada hacia Madrid la última parada antes del intercambiador de Príncipe Pío se producirá también en la zona de Aviación Española. Se establecerán nuevas paradas exclusivas para interurbanos en dicha ubicación. Estos criterios han sido consensuados con el Consorcio de Transportes, y conllevan que la circulación de los autobuses interurbanos se producirá por la prolongación del túnel en sus carriles Bus – VAO, liberando al tráfico local en superficie de la presencia de los mismos.



  - Se eliminan las dos paradas existentes en el ámbito de actuación: Paseo de Extremadura N190 en sentido salida y Surbatán en sentido entrada. Adicionalmente quedan también suprimidas las paradas de interurbanos que existen actualmente en el entorno de la Avenida del Padre Piquer, por los criterios de reordenación expuestos anteriormente.

La variación de los tiempos de recorrido de las líneas interurbanas en el ámbito de estudio serían los siguientes:

TIEMPO DE RECORRIDO			AUTOBUS INTERURBANO	
			AM	PM
SENTIDO	PPE. PÍO-POBLADOS	ACTUAL	7'-10'	13'-20'
		FUTURO	5'-6'	5'-6'
	POBLADOS-PPE. PÍO	ACTUAL	9'-11'	9'-14'
		FUTURO	5'30"-7'30"	6'-8'

Comparativa tiempos de recorrido autobús interurbano

Se observa cómo se reducen de forma considerable los tiempos de recorrido tanto en sentido entrada como en sentido salida como consecuencia de su circulación directa sin realizar ninguna parada.

Estas reducciones se traducen en una ganancia de 3,5 minutos de media por expedición y viajero para la hora punta de mañana tanto de entrada como de salida. Si consideramos 60 viajeros/expedición, esta mejora implica una ganancia total estimada de 266 horas de entrada y 235 de salida.

En la hora punta de tarde la reducción media de tiempo es de 11 minutos por expedición y viajero en sentido salida y de 4,5 minutos por expedición y viajero de entrada. Si consideramos 60 viajeros/expedición, esta mejora implica una ganancia total estimada de 770 horas de salida y 315 de salida.

En cuanto a la velocidad, el transporte interurbano experimenta un incremento notable respecto a su situación actual, pasando de los 29,42 a 36,25 km/h por la mañana y de 28,10 a 36,65 km/h por la tarde.

VELOCIDAD	AUTOBUS INTERURBANO	
	AM	PM
ACTUAL	29,42	28,1
FUTURO	36,25	36,65
% Variación	23,22%	30,43%

Comparativa de velocidades autobús interurbano.

- Bus Urbano

  - Se ha considerado que se mantiene la oferta actual de líneas urbanas y con su mismo itinerario adaptado, según la necesidad, a la nueva configuración de los enlaces.
  - Las paradas de la Vía Parque se han considerado siempre en carril (baja IMD) y en una ubicación lo más parecida a la actual.

En lo relativo a las velocidades comerciales, con el nuevo trazado, éstas bajan ligeramente por el incremento de la capilaridad de la línea, el incremento de paradas y el efecto de pasar por una vía completamente pacificada. Las velocidades que reporta el modelo bajan de los 24,65 a los 21,03 km/h por la mañana y de los 20,65 a los 19,42 km/h por la tarde.

VELOCIDAD	AUTOBUS URBANO	
	AM	PM
ACTUAL	24,65	20,65
FUTURO	21,03	19,42
% Variación	-14,7%	-6,0%

Comparativa velocidades autobús urbano.

La pérdida de velocidad comercial en el ámbito de actuación supone un incremento en los tiempos de recorrido de las diferentes líneas urbanas que pasan por la zona lo que supone una pérdida de horas en cuanto a la explotación actual del servicio. Para aquellas líneas que recorrerán la vía Parque en su totalidad como puede ser la L36 y la L39, la pérdida de tiempo se estima en unos 5 minutos por expedición y sentido en hora punta de mañana y de 3,5 minutos por la tarde como consecuencia de la implantación de cruces semaforizados y medidas de templado de tráfico en la vía Parque. Si consideramos 80 viajeros/expedición, para estas líneas supondría la pérdida de unas 35 horas/línea en hora punta de mañana y unas 25 horas/línea en la punta de tarde.

Con el fin de compensar esta situación, como medida complementaria, se podrían incorporar en el ámbito líneas urbanas de tipo express que aprovechen el nuevo túnel para conectar la almendra central con los barrios del entorno de la A5 de forma rápida evitando en la medida de lo posible la circulación en superficie. El nuevo recorrido de salida accedería al túnel en Parque de Atracciones (pudiendo venir directamente desde Príncipe Pío) y podría salir en carretera de Boadilla para hacer parada en Campamento o bien ir dirección M-502, o aprovechar toda la potencialidad el túnel y acceder a la zona de Avenida de los Poblados a través de la calle Darío Gazapo. De entrada alcanzaría la superficie en Yébenes, última salida del túnel antes de Príncipe Pío, y desde ahí recorrería la vía Parque hasta Paseo de Extremadura y Avenida de Portugal, o bien circularía hasta Príncipe Pío de forma directa.

Otra medida complementaria que podría equilibrar la pérdida de velocidad y en consecuencia mejorar los tiempos de recorrido sería aplicar la onda verde, de forma que se le dé prioridad de paso.

- <u>ADAPTACION DE ITINERARIOS.</u> Como se indicaba, las líneas que recorren el ámbito tienen que adaptar su itinerario a la nueva geometría de los enlaces. Se realiza la adaptación de la forma más sencilla posible evitando la ampliación de itinerarios y buscando dar fluidez a los recorridos. A continuación, se muestran estas adaptaciones a en cada uno de ellos:
-

- Enlace Parque de Atracciones.

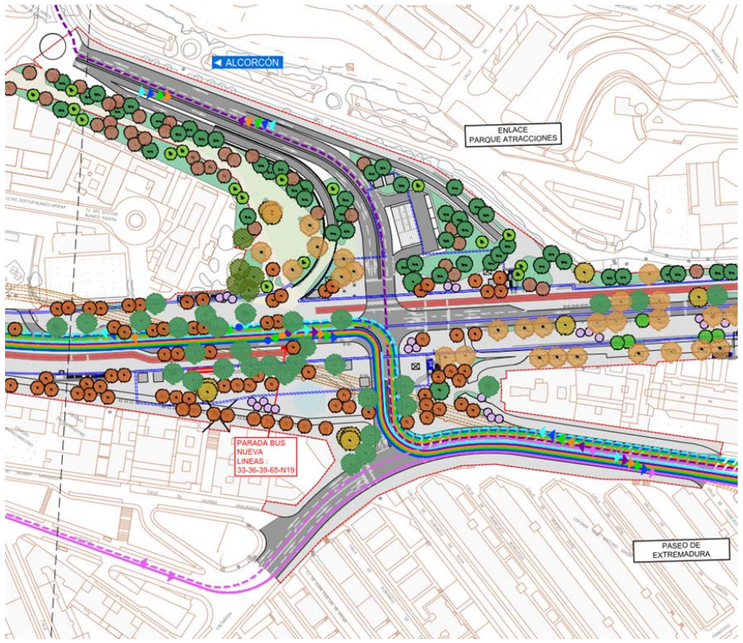


FIGURA 2. Enlace Parque de Atracciones: paso de líneas urbanas.

- Las líneas que accederán a la futura Vía Parque (L36, L39, L65 y N19) desde el Paseo de Extremadura lo harán de forma directa mediante giro a la izquierda en el enlace sólo permitido al autobús.
- Tanto la línea L31 como la L33 mantienen su itinerario adaptado a la nueva geometría.

- Enlace Batán

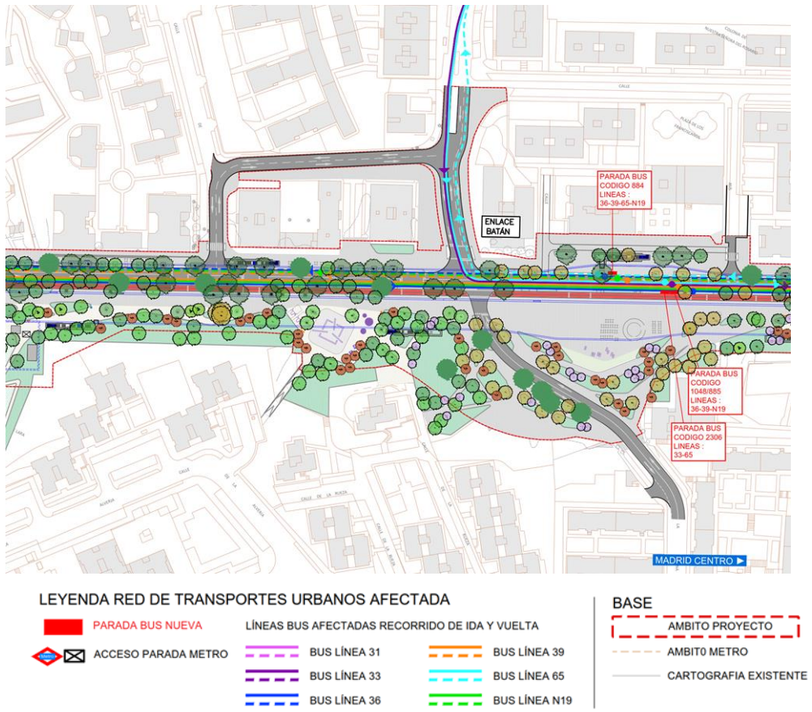


FIGURA 3. Enlace Batán: paso de líneas urbanas.

- La línea L65 simplifica su recorrido actual a la altura de Batán accediendo a la calle Villagarcía de forma directa mediante giro a la derecha en el nuevo enlace en superficie, eliminando el bucle por la calle Villagarcía, innecesario por no tener paradas en el mismo.
- La línea L33 accede a la Vía Parque sentido Madrid desde la calle Villagarcía mediante giro a la izquierda, simplificando su recorrido actual en este enlace.
- El resto de líneas (L36, L39 y N-19) mantienen su itinerario por la Vía Parque de forma análoga a su circulación por la A-5.

- Enlace Yébenes

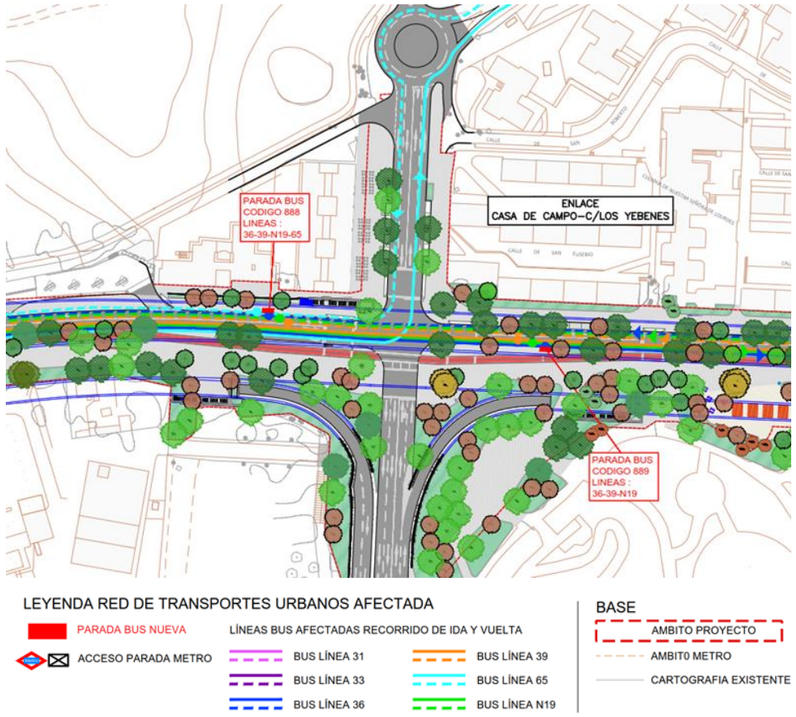


FIGURA 4. Enlace Yébenes: paso de líneas urbanas.

- La línea L65 sentido Madrid accederá a Casa de Campo mediante giro habilitado a la izquierda SOLO BUS en el enlace para garantizar la fluidez en su recorrido y evitar que de la vuelta en la rotonda sur que concentra flujos de entrada y salida del túnel.
- A su paso por este enlace, las líneas L36, L39 y N19 mantienen su recorrido longitudinal de forma análoga al actual.

- Enlace Boadilla

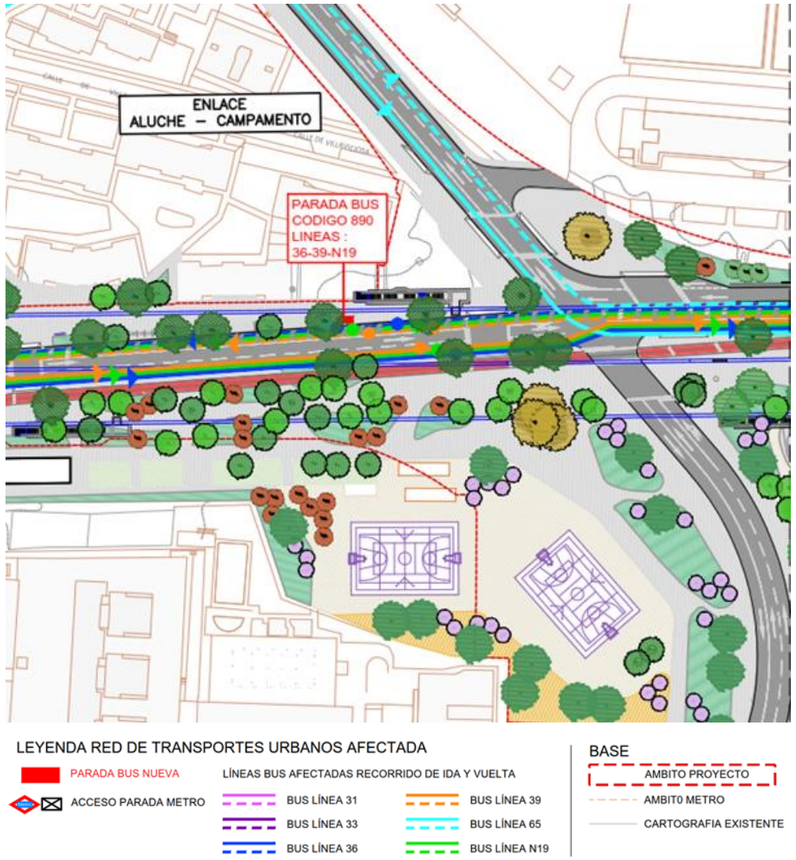


FIGURA 5. Enlace Boadilla: paso de líneas urbanas.

- A su paso por este enlace, las líneas L36, L39 y N19 mantienen su recorrido longitudinal de forma análoga al actual.
- La línea L65 simplifica su recorrido sentido Madrid al eliminarse el paso inferior, accediendo a la Vía Parque de forma directa mediante un giro a la izquierda. En sentido Carretera de Boadilla, se habilitará el giro a la derecha SOLO BUS desde la vía Parque para evitar penalizar su recorrido de forma excesiva mediante un bucle en la calle Illescas.

- Enlace Avd. Poblados

- La intervención de la Avenida de los Poblados es complementaria y no supone afección sobre las líneas de transporte público.

El resto de líneas (25, 55, 121 y H) que tienen parte de su recorrido dentro del ámbito de actuación y acceden a la Vía Parque o la atraviesan en algún punto no sufren modificaciones en sus itinerarios actuales, viéndose únicamente afectadas por la semaforización de los nuevos enlaces propuestos.

4.6 MOVILIDAD PEATONAL Y CICLISTA.

En términos de movilidad peatonal y ciclista se completa la propuesta con un carril bici bidireccional semaforizado de más de 3,5km que arranca en el enlace de la calle Illescas y conecta con el existente en Avenida de Portugal que te lleva a Madrid Rio, potenciando el uso de este medio de transporte sostenible para acceder al centro.

Por otro lado, se integran en la solución numerosos pasos peatonales que permiten una conexión transversal óptima, rompiendo la barrera existente en la actualidad. Así mismo se garantiza la existencia de itinerarios peatonales accesibles a lo largo de toda la propuesta y en ambos márgenes integrados en el nuevo espacio público y peatonal que se proyecta junto a la vía Parque.

4.7 IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

El proyecto supone, lógicamente, una mejora considerable en las emisiones de contaminación. Para justificarlo, se han realizado dos tipos de análisis complementarios: el cálculo de emisiones con tráfico en hora punta y en un día laborable, y el cálculo global de la huella de carbono.

4.7.1 Cálculo de emisiones con tráfico en hora punta y en un día laborable

Se ha realizado la estimación a partir de los vehículos-km obtenidos en el modelo de simulación, de la emisión de contaminantes en el escenario de puesta en funcionamiento con respecto al actual, **considerando los tráficos en hora punta en 1 día laborable**.

Se ha contabilizado los veh-km en el actual trazado de la A5 y el desglose en túnel y vía parque en la simulación del estado futuro.

	Actual		Futuro			
	AM	PM	AM		PM	
			Túnel	Viario Superficie	Túnel	Viario Superficie
Veh-km	20.545,04	21.896,39	18.683,96	1.579,79	17.920,76	1.615,16
			92,2%	7,8%	91,8%	8,2%

De los datos obtenidos se observa que **el túnel supone en torno al 90% de los veh-km totales del conjunto túnel-vía parque.** Este dato es importante ya que en términos de cálculo de emisiones en **el túnel se instalarán sistemas de filtrado del aire en las 2 estaciones de ventilación que se proyectan.**

Por lo tanto, para la estimación de las emisiones se han considerado sólo los veh-km del flujo en superficie de la vía-parque, siendo los niveles globales de CO_2 y NOx diarios estimados los siguientes:

EMISIONES	AM		PM	
	CO_2 (Tn)	NOx (Tn)	CO_2 (Tn)	NOx (Tn)
ACTUAL	4,11	0,0083	4,38	0,0089
PROPUESTA	0,30	0,00057	0,31	0,00058
%diferencia	- 92,7%	- 93,1%	- 92,9%	- 93,5%

Comparativa emisiones contaminantes globales.

Se observa una importante reducción de las emisiones similar al peso que tiene el túnel respecto a los flujos de tráfico.

Para esta simulación se ha supuesto una pérdida de peso del % de vehículos diésel en relación con gasolina, el incremento del número de vehículos eléctricos bajo la política establecida por el Parlamento Europeo, donde se aprueba el fin de los coches de combustión (incluidos híbridos) en 2035.

El efecto de renovación del parque vehicular relacionado con las emisiones de NOx y partículas es muy acentuado debido al cambio de diésel a gasolina y a vehículo eléctrico.

- ESPACIO PÚBLICO.

Todos estos valores de reducción de emisiones se multiplican de forma exponencial si se tiene en cuenta que en **la urbanización sobre cubierta se contempla la generación de zonas verdes, introduciendo especies vegetales eficientes en la absorción de CO2, como son algunas especies de cedros, de pinos, de álamos y sauces, el laurel, de arces o de quercíneas.**

La ganancia que esta actuación supone en términos de espacio público y zonas verdes se cuantifica entorno a las 26 Ha de nuevo espacio urbanizado y arbolado y 7 Ha de zonas verdes, como se puede ver en los planos del apartado 5.6.

4.7.1.1 Cálculo de la Huella de Carbono

Para analizar el efecto que tendrá la puesta en servicio del nuevo trazado de la A-5 en cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) debidas al tráfico viario, se ha calculado la Huella de Carbono para dos escenarios:

- **Escenario 1**_situación actual: todo el tráfico viario discurre por el tronco de la A-5 en superficie.
- **Escenario 2**_situación futura: el tráfico discurre de forma mayoritaria por el tronco de la A-5 (túnel) y existen movimientos de proximidad que discurrirán por los viales en superficie sobre cubierta, que dan servicio a los vecinos, actividad económica (camiones de reparto de mercancías) y al transporte público (autobuses).

Para el cálculo de la huella de carbono de los dos escenarios, se ha utilizado la herramienta CO2TA, desarrollada por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), tal y como recomienda la Oficina Española para el Cambio Climático.

CO2TA permite estimar el consumo de combustible, el consumo de energía y las emisiones de CO2 del tráfico de vehículos que circulan por una carretera.

El CO2 es el GEI mayoritario derivado del tráfico rodado, y presenta un potencial de calentamiento global de 1, de acuerdo con la Norma UNE ISO 14064-4-1:2012. Por tanto, las emisiones de CO2 que proporciona la herramienta serán directamente las emisiones de CO2 equivalente (huella de carbono de la infraestructura).

La estimación de consumos y emisiones se ha realizado para el siguiente periodo: desde el año de puesta en servicio (2023) hasta 20 años después (año horizonte 2043).

Para realizar dicho cálculo se ha partido de los siguientes datos de cada escenario:

- **Tramos:** se ha dividido el Proyecto en 4 tramos, incluso algunos en subtramos, y a cada uno de ellos se le ha asignado la pendiente media y la longitud correspondiente de acuerdo con lo indicado en las siguientes tablas.

ESCENARIO 1			
TRAMO		PENDIENTE (%)	LONGITUD (m)
1	Inicio - Enlace Batán		
	Subtramo 1.1: Inicio-Parque Atracciones	2,08	368,7
	Subtramo 1.2: Parque Atracciones - Enlace Batán	1,25	1.038,6
2	Enlace Batán - Enlace Yébenes	3,27	713,61
3	Enlace Yébenes - Enlace Ctra. Boadilla	1,05	540,52
4	Enlace Boadilla - Fin		

ESCENARIO 2			
TRAMO		PENDIENTE (%)	LONGITUD (m)
1	Inicio - Enlace Batán		
	Subtramo 1.1: Inicio-Parque Atracciones	4,04	368,7
	Subtramo 1.2: Parque Atracciones - Enlace Batán	0,86	1.038,6
2	Enlace Batán - Enlace Yébenes	3,19	713,61
3	Enlace Yébenes - Enlace Ctra. Boadilla	2,04	540,52
4	Enlace Boadilla - Fin		

- **Tráfico**: la intensidad de tráfico se ha definido especificando la IMD de vehículos ligeros y pesados en cada tramo para el año de puesta en servicio y considerando un crecimiento del 0%, excepto para los tráficos del tronco de la A-5, donde se ha considerado un incremento anual acumulativo de 1,44 % de acuerdo con la Orden FOM/3317/2012, de 17 de diciembre. Además, se ha especificado la velocidad media de los vehículos **ligeros y pesados en cada tramo objeto de análisis y para cada escenario.**

- Vehículos: para al cálculo de consumos y emisiones la herramienta distingue internamente entre las nueve categorías de vehículos indicados a continuación:
  - Vehículos ligeros: motocicletas, turismos con motor de combustión interna, turismos híbridos, turismos eléctricos, furgonetas con motor de combustión interna y furgonetas eléctricas.
  - vehículos pesados: camiones rígidos, camiones articulados y autobuses.

  La herramienta estima la intensidad de tráfico de cada categoría de vehículos aplicando porcentajes de distribución tomados del *Mapa de Tráfico del Ministerio de Fomento. Información de Anuarios. Tráfico en Red de Carreteras del estado 2010. Longitud total recorrida por provincia por tipo de vehículo. Vehículos Totales*, específicos para cada Comunidad Autónoma o provincia, en este caso Madrid.

  En el caso de vehículos híbridos y eléctricos, la herramienta considera que su presencia en el tráfico aumentará progresivamente en 2023, 2033 y 2043, en detrimento de los turismos y furgonetas con motor de combustión interna. Para estimar dicha evolución, se ha partido de estadísticas proporcionadas por la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC) y otras publicaciones de actualidad.

A continuación, se incluyen los resultados obtenidos en cada escenario durante el periodo 2023-2043 para las siguientes variables:

- Consumo de combustible (t) del tráfico en superficie.
- Consumo de electricidad (MWh) del tráfico en superficie.
- Consumo de energía (GJ) del tráfico en superficie.
- Total de emisiones (t CO2): incluye las emisiones de CO2 generadas por los vehículos que se desplazan por la carretera y se calcula a partir del combustible y de la energía que éstos consumen en el año, para el tráfico en superficie.

Escenario 1 (situación actual)

Escenario 1: Trazado actual de la A-5	Periodo Año 2023 - 2043		
	Total	Ligeros	Pesados
Total consumo de combustible (t)	119.852,0	108.062,7	11.789,3
Tramo1	44.949,5	40.630,7	4.318,8
Tramo2	22.071,4	19.597,4	2.474,0
Tramo3	17.647,3	15.992,3	1.655,0
Tramo4	35.183,9	31.842,3	3.341,6
Total consumo de electricidad (MWh)	706,6	706,6	-
Tramo1	266,2	266,2	-
Tramo2	128,3	128,3	-
Tramo3	105,0	105,0	-
Tramo4	207,1	207,1	-
Total consumo de energía (GJ)	5.189.073,1	4.678.895,9	510.177,1
Tramo1	1.946.121,5	1.759.228,1	186.893,3
Tramo2	955.589,2	848.529,2	107.060,0
Tramo3	764.054,4	692.436,4	71.618,0
Tramo4	1.523.308,0	1.378.702,2	144.605,8
Total emisiones (tCO2)	377.338,6	340.235,8	37.102,7
Tramo1	141.517,8	127.926,0	13.591,8
Tramo2	69.488,5	61.702,6	7.786,0
Tramo3	55.560,4	50.352,0	5.208,4
Tramo4	110.771,8	100.255,3	10.516,5

Escenario 2 (situación futura)

Escenario 2: Viales en superficie sobre cubierta	Periodo Año 2023 - 2043		
	Total	Ligeros	Pesados
Total consumo de combustible (t)	17.869,6	16.024,6	1.845,0
Tramo1	5.805,0	5.203,2	601,8
Tramo2	3.061,8	2.712,2	349,6
Tramo3	1.943,1	1.744,3	198,9
Tramo4	7.059,6	6.364,9	694,7
Total consumo de electricidad (MWh)	90,1	90,1	-
Tramo1	29,3	29,3	-
Tramo2	15,3	15,3	-
Tramo3	9,8	9,8	-
Tramo4	35,8	35,8	-
Total consumo de energía (GJ)	773.619,3	693.778,6	79.840,7
Tramo1	251.314,5	225.272,2	26.042,3
Tramo2	132.554,2	117.423,4	15.130,9
Tramo3	84.123,5	75.517,1	8.606,4
Tramo4	305.627,0	275.565,9	30.061,1
Total emisiones (tCO2)	56.256,8	50.450,4	5.806,4
Tramo1	18.275,3	16.381,4	1.893,9
Tramo2	9.639,2	8.538,8	1.100,4
Tramo3	6.117,4	5.491,5	625,9
Tramo4	22.224,9	20.038,7	2.186,2

Tal y como se observa en las tablas anteriores, con el soterramiento de la A-5 (Escenario 2) disminuye notablemente el total de emisiones de CO_2, presentando un valor de 56.256 t de CO_2, significativamente inferior a los 377.318,6 t de CO_2 que corresponden al total de emisiones que hay en la situación actual (Escenario 1).

Estas diferencias se deben a que en el Escenario 2 la mayor parte del tráfico discurrirá por el túnel de la A-5, limitándose el tráfico en superficie a los desplazamientos de proximidad, ciertas actividades económicas (camiones de reparto de mercancías) y transporte público (autobuses), que equivale al 15% de la huella de carbono del Escenario 1 para el mismo periodo (2023-2043).

4.7.2 Categoría de tráfico para cada tramo de proyecto

En el Anejo Nº 6 se incluyen los cálculos de la categoría de tráfico, para cada tramo del Proyecto así como, todos los detalles de los trabajos realizados.

4.8 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

4.8.1 Geología

4.8.1.1 Marco geológico regional

La zona de proyecto se ubica en la provincia de Madrid, que desde el punto de vista geológico se divide en dos grandes unidades morfoestructurales: el Sistema Central y la Depresión del Tajo.

En concreto, el área de estudio se encuentra dentro de la Depresión del Tajo, en una zona deprimida que ocupa la mayor parte de la provincia de Madrid, denominada la Cuenca de Madrid.

Los sedimentos detríticos terciarios depositados en la cuenca están compuestos por materiales de naturaleza arcósica, procedentes de la erosión de formaciones rocosas de granitos y gneises del Paleozoico y Precámbrico de la Sierra de Guadarrama (que pertenece al Sistema Central), y depositados mediante grandes sistemas de abanicos aluviales. Por tanto, dichos sedimentos presentan composición cuarzo-feldespática con cantidades menores de micas.

La distribución de facies en la cuenca es la habitual en estas cuencas intramontaña, en la que se depositan materiales detríticos en los bordes y depósitos químicos en la zona central, situándose entre ambas zonas un área en la que se produce la mezcla de ambos depósitos. Se pueden diferenciar, por tanto, tres facies principales:

- Facies Madrid (facies de borde), compuesta por arenas arcósicas y arcillas pardas, con predominio de unas u otras en función de la proximidad al área fuente y de su posición en la columna estratigráfica.
- Facies Intermedia (facies de transición), constituida por arcillas marrones y verdes de alta plasticidad con intercalaciones de niveles de arenas micáceas.
- Facies Central (facies química), formada por yesos y margas yesíferas.

La zona de estudio se ubica en los materiales de la Facies Madrid, constituidos por “arenas de miga”, “arenas tosquizas”, “toscos arenosos” y “toscos”, y podría llegar a afectar a materiales de la facies intermedia, denominados “peñuelas”, así como a la denominada transición tosco-peñuela.

Posteriormente, durante el cuaternario, se produjo un proceso de erosión y sedimentación en el que predominaron las dinámicas fluvial y de vertientes, que han dado lugar a depósitos aluviales y coluviales.

4.8.2 Estratigrafía y litología

A continuación se describen las distintas unidades litoestratigráficas presentes en la zona de estudio, de más antiguas a más modernas.

4.8.2.1 Terciario

En la zona de proyecto podemos encontrar dos facies diferentes que se depositaron durante el Terciario:

- Facies Madrid, de edad Mioceno-Plioceno.
- Facies Intermedia o de Transición, de edad Mioceno. (Dentro de esta facies se diferencia la Transición Tosco-Peñuela).

4.8.2.1.1 Facies Madrid (Mioceno-Plioceno).

Esta facies está constituida por un conjunto bastante heterogéneo de arenas cuarzofeldespáticas y de arcillas con niveles limosos y arenosos micáceos, procedentes de la erosión de los macizos graníticos de la sierra.

Desde el punto de vista litológico se pueden diferenciar varias unidades:

- Arcillas y limos con niveles de arenas micáceas: se trata de arcillas de color marrón, con alta plasticidad que presentan intercalaciones de arenas micáceas de tamaño de grano fino.
- Arenas arcósicas y arcillas (Arenas tosquizas, toscos arenosos y toscos): constituidas por arenas arcillosas de tamaño de grano fino y medio, y arcillas arenosas o con bastante arena, de colores pardos, ocre y marrones. Los materiales finos suelen tener una plasticidad media, aunque de manera local presentan capas de arcillas de alta plasticidad.
- No existe una clara diferencia entre las arenas tosquizas, los toscos arenosos y los toscos, ya que estos materiales pasan de las arenas tosquizas, con un porcentaje de finos del 25%, hasta las arcillas de la facies de transición, sin mantener una continuidad en el contenido de finos.
- Los toscos presentan un predominio de materiales finos, una mayor plasticidad y, en general, una cementación más acusada que la arena tosquiza.
- Arenas cuarzo-feldespáticas o arcósicas (Arenas de miga), con intercalaciones de conjuntos arcillosos compactos, aunque siempre muy subordinadas.
- La clasificación más aceptada es la de Escario, 1970, que se muestra a continuación:

TABLA 1. Tabla de clasificación de las arenas arcósicas y arcillas de la facies Madrid. Escario, 1970.

Denominación	% de finos (Tamiz 200)
Arena de Miga	<25
Arena tosquiza	25 - 40

Denominación	% de finos (Tamiz 200)
Tosco arenoso	40 - 60
Tosco	> 60

4.8.2.1.2 Facies Intermedia o de Transición (Mioceno).

Esta facies está constituida por materiales arcillosos situados en la zona terminal de los abanicos aluviales que limitan con la facies detrítica.

Estos materiales arcillosos se denominan "Peñuelas", y se caracterizan por su alta plasticidad, expansividad y grado de consolidación, pudiendo llegar a presentar una cierta litificación.

Las arcillas son de color verde o grisáceo y presentan intercalaciones de arenas micáceas de tamaño de grano fino, principalmente en las zonas próximas al contacto con la Facies Madrid. De manera ocasional las arcillas presentan un elevado contenido de carbonatos, pudiendo llegar a clasificarse como arcillas margosas.

Transición Tosco-Peñuela (Mioceno)

Esta transición constituye una subdivisión de la Facies Intermedia, caracterizada por la mezcla de sedimentos autóctonos y sedimentos transportados.

Está constituida por materiales arcillosos, sedimentos granulares y arcillosos heredados, y niveles de arenas micáceas, de color marrón con abundantes nódulos y vetas gris verdosas.

La transición Tosco-Peñuela se ubica por debajo de los materiales de la Facies Madrid, constituyendo el cambio de facies, tanto de manera vertical como lateral hacia el centro de la cuenca.

4.8.2.2 Cuaternario

Los depósitos cuaternarios son fundamentalmente aquellos asociados a los valles de los ríos y arroyos, y a los pies de las laderas. Es decir: depósitos aluviales, terrazas y fondos de vaguada, en el primer caso; y depósitos coluviales, en el segundo.

También se pueden encontrar depósitos mixtos: en los que se hayan mezclado depósitos aluviales y coluviales.

Cabe destacar que, al tratarse de una zona urbana, en numerosas zonas se encuentran depósitos de relleno antrópico, compactados y sin compactar.

4.8.2.2.1 Depósitos aluviales

Constituidos por materiales detríticos de distintas granulometrías, principalmente arenas con escaso contenido de finos y algunos niveles de gravas cuarcíticas.

Los sedimentos aluviales del río Manzanares presentan un espesor máximo de unos 7 metros, en el fondo del valle, que no coincide con el eje del cauce actual del río, sino que se sitúa hacia su margen izquierda.

En la margen derecha del río existen dos terrazas colgadas a diferentes alturas (cotas aproximadas 585 y 595 metros), con unos espesores de entre 3 y 6 metros en la terraza inferior y de entre 6 y 12 metros en la terraza superior.

4.8.2.2.2 Depósitos coluviales

Se trata de materiales de composición variable, pero principalmente arcillas arenosas. Se encuentran muy localizados y en ocasiones pueden tener espesores importantes.

4.8.2.2.3 Rellenos antrópicos

Se pueden encontrar tanto rellenos antrópicos compactados, correspondientes principalmente a los viales existentes, como sin compactar, constituidos por vertederos de escombros y tierras.

4.8.3 Geología local

La zona de estudio se encuentra ubicada principalmente sobre la Facies Madrid y, en profundidad se llegaría a encontrar materiales de la Facies Intermedia o de Transición.

De manera general al inicio del trazado, en la zona más próxima al río Manzanares, se encuentra una alternancia de niveles arenosos con arcillosos. A medida que el trazado se aleja del inicio predominará la componente arenosa (arena de miga y arena tosquiza), con escasas o nulas intercalaciones arcillosas. En profundidad, además, podría llegar a detectarse algún nivel de arcillas.

4.8.4 Geomorfología

Desde el punto de vista geomorfológico la zona de estudio se sitúa en la depresión del Tajo, en concreto en el entorno del valle del río Manzanares.

El valle del río es asimétrico, ya que presenta pendientes abruptas en su margen izquierda (altos del Palacio Real) y suaves en su margen derecha (zona de Casa de Campo).

La zona de estudio se ubica en la margen derecha, con pendientes suaves. En esta zona se han detectado dos niveles de terrazas colgadas a diferentes alturas, la inferior entre las cotas de 585 y 587 metros y la superior entre las cotas de 595 y 605 metros.

En general el relieve de la zona de estudio es suave, con laderas de escasa pendiente, como suele ser habitual en las litologías fácilmente erosionables, como es en este caso los materiales arenosos y arcillosos de la facies Madrid. Estas laderas suaves conectan las zonas más elevadas con los fondos de los valles.

El relieve original de la zona de estudio se ha modificado de manera intensa durante los últimos años debido al importante desarrollo urbanístico de la zona, lo que ha ocasionado que apenas quede rastro de la geomorfología original.

4.8.5 Tectónica

En la zona de estudio no se observa tectonización. Los materiales se presentan con una disposición subhorizontal, con ausencia de plegamiento o fracturación, aunque a pequeña escala pueden presentar morfologías cóncavo-convexas asociadas a antiguos paleocauces o ligeras deformaciones relacionadas con procesos alocinéticos y de cambio de facies.

La disposición es horizontal, salvo por un basculamiento general postmioceno de toda la cuenca.

4.8.6 Marco hidrogeológico

La zona de estudio se enmarca en las formaciones porosas normalmente consolidadas, y en concreto en los materiales de la facies detrítica del Mioceno, constituido por arenas, gravas finas, arenas fangosas y arcillosas.

Estas formaciones porosas normalmente consolidadas están constituidas también por los materiales cuaternarios más importantes y por las facies detríticas del Paleógeno.

El conjunto constituye un sistema acuífero fuertemente heterogéneo y anisótropo denominado Terciario Detrítico de Madrid-Toledo-Cáceres, que se divide en dos subunidades, la de Madrid-Toledo y la de Cáceres.

La subunidad Madrid-Toledo tiene sus límites en el borde meridional del Sistema Central, el borde septentrional de los Montes de Toledo, y las formaciones intermedias y centrales de la fosa del Tajo (en el este y sureste).

El sistema acuífero constituye una unidad, pero atendiendo a su comportamiento pueden dividirse los materiales cuaternarios y los materiales terciarios.

Los cuaternarios incluyen los aluviales y las terrazas bajas en conexión con las aguas superficiales. Se consideran acuíferos libres que se recargan a partir de la infiltración de la lluvia.

Los materiales terciarios constituyen un acuífero libre con una potencia media de unos 1.500 metros. Dada la variabilidad litológica, los niveles más permeables están constituidos por lentejones de arenas y gravas que se intercalan entre otros menos permeables compuestos por arcillas, limos y arenas arcillosas, y que actúa como acuitardo.

A escala regional este acuífero se recarga principalmente en las zonas de interfluvio, a partir de la infiltración directa de aguas de lluvia, y la descarga se lleva a cabo por las zonas más bajas o valles que lo atraviesan, casi siempre ocupados por materiales permeables del cuaternario.

Atendiendo a la presencia de acuíferos en el entorno, la zona de estudio se ubica en la Masa de agua subterránea MASb 031.011 Madrid: Guadarrama-Manzanares, que se encuentra situada íntegramente dentro de la provincia de Madrid, ocupando una superficie de 847,76 km^2, de los cuales el 99,5 % corresponden a superficies detríticas de permeabilidad media.

Se trata de una masa de agua ubicada entre las cotas 550 y 854 m.s.n.m., con una cota media de 658 m.s.n.m.

La masa de agua se incluye en su totalidad dentro de los materiales detrítico-miocenos (formaciones detríticas intermedia y de borde) que rellenan la fosa del Tajo, incluyendo además depósitos cuaternarios de escasa entidad.

La formación detrítica terciaria se considera de permeabilidad media, mientras que los depósitos cuaternarios de permeabilidad alta, aunque su comportamiento hidrogeológico a escala regional se considera conjuntamente con los depósitos terciarios ya que son mucho menos extensos.

A escala regional esta formación se define como un acuífero libre, de gran potencia, heterogéneo y anisótropo, constituido por una serie de cuerpos lentejonares arenosos de dimensiones limitadas, de mayor permeabilidad, que están englobados en una matriz areno-arcillosa de baja permeabilidad y que actúa como acuitardo.

A escala local se observan niveles arenosos (acuíferos) que alternan con niveles de arcilla o arena arcillosa (acuitardos), comportándose el acuífero como multicapa.

Además de las aportaciones a los ríos, la masa de agua se descarga por los bombeo en pozos y sondeos, ya que en esta masa de agua son importantes.

Por último, atendiendo a la permeabilidad de los materiales de la zona de estudio, los materiales detríticos terciarios presentan una permeabilidad media, mientras que los materiales detríticos cuaternarios presentan una permeabilidad muy alta en los cauces de los ríos y manantiales, y media en el resto de los materiales cuaternarios.

4.8.7 Sismicidad

Para el estudio de la sismicidad sobre la estructura objeto de cálculo se ha utilizado la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), según lo establecido en el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre (B.O.E. nº 244 de 11 de Octubre de 2002).

Adicionalmente las normativas NCSP-07 y el Anejo Nacional de UNE-EN 1998 mantienen los mismos valores sísmicos de cálculo para la zona objeto del Proyecto.

En la siguiente figura se muestra el mapa de peligrosidad sísmica de España para un periodo de retorno de 475 años elaborado por el IGN (Instituto Geográfico Nacional) y revisado en octubre de 2015. Este mapa permite obtener, en función de su posición geográfica, los valores de la aceleración sísmica básica (un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno), y del coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

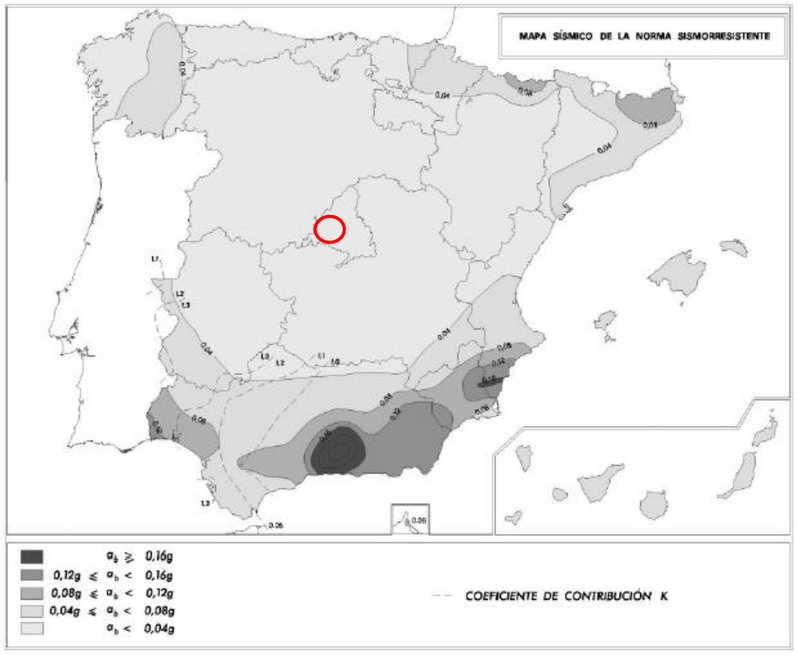


Figura 1.-Mapa de peligrosidad sísmica (NCSE-02)

Del anterior mapa se deduce que para la zona en la que se encuentra la estructura objeto de estudio los valores de dichas variables son:

$$ab < 0,04g\ (m/s^2)$$

$$K = 1,00$$

Dado que la a_b del área de estudio es inferior a 0,04g, y de acuerdo a la propia NCSR-02 (artículo 1.2.3), ésta no es de obligatoria aplicación para este tipo de construcción.

4.8.8 Particularidades detectadas

Desde el punto de vista geológico, existen varias particularidades y/o incertidumbres asociadas al proyecto.

En primer lugar existe la incertidumbre de si a lo largo de la ejecución de la obra se va a llegar a detectar el contacto tosco/peñuela, cuyo techo se espera que esté a una cota de 600 m.s.n.m. La excavación de la obra no llega hasta esa cota, y por tanto la previsión inicial es que no se llegue a encontrar, y que únicamente se perforen materiales cuaternarios o terciarios de tipo tosco, pero podría suceder que en alguna zona el contacto de estos materiales se encontrara más superficial, y en las excavaciones llegara a detectarse.

Una vez realizada la campaña geotécnica de campo, no se han detectado las Peñuelas en ninguno de los sondeos realizados, porque lo que se considera muy improbable que estos materiales se detecten a lo largo de la ejecución de la obra.

Una zona con una particularidad especial, es el área de Laguna, donde podría encontrarse un importante depósito de materiales cuaternarios flojos. Los materiales de esta zona han sido estudiados en detalle en la campaña geotécnica de campo, pero no se ha detectado en ninguno de los reconocimientos realizados materiales cuaternarios flojos.

También es importante en la zona de estudio la presencia de rellenos antrópicos, que dado el ámbito urbano en el que se sitúa el proyecto, son de gran importancia, tanto los compactados asociados a las vías de circulación, como los rellenos sin compactar, que se encuentran aleatoriamente a lo largo del trazado.

Los rellenos antrópicos se ha detectado en todos los sondeos, excepto en uno, con espesores variables, entre 25 centímetros y 5,35 metros, con un espesor medio de 1,69 metros.

Se trata principalmente de rellenos antrópicos constituidos por arenas, bolos, gravas y arcillas, en diferentes proporciones, con restos de ladrillería y diferentes materiales de construcción.

Por último, destacar la importancia de la posible presencia de niveles colgados de agua, e incluso la posibilidad de llegar, en algunos casos, a la cota del nivel freático.

En la campaña de campo realizada no se ha detectado en ningún caso el nivel freático, sin embargo sí se han detectado diferentes niveles de agua, a una profundidad media en los sondeos de aproximadamente 20 metros, entre las cotas 608 y 665. La cota de los niveles de agua detectados disminuye, al igual que la cota del trazado, desde el inicio al final del mismo.

4.9 PROCEDENCIA DE MATERIALES, YACIMIENTOS CANTERAS Y PRÉSTAMOS

El trazado se sitúa íntegramente sobre una zona urbana, y la totalidad del mismo discurre entre pantallas.

El perfil se caracteriza por una zona superior en la que se encontrarán, en muchos casos, rellenos antrópicos con espesor variable. Inmediatamente por debajo, pueden encontrarse sedimentos pertenecientes a los depósitos aluviales del río Manzanares, predominantemente arenosos con muy pocos finos. Por último, se disponen los materiales terciarios, caracterizados por presentar una alternancia de estratos de disposición lenticular que se acuñan entre sí con una continuidad lateral muy variable.

Cada una de las unidades litológicas descritas en el apartado de geología, es decir, suelos aluviales, coluviales, arenas de miga, arenas tosquizas, toscos arenosos y toscos, se clasifican como tolerables según el PG-3.

Los materiales necesarios para la obra provendrán tanto de los materiales obtenidos de las excavaciones a realizar a lo largo del trazado como de canteras, aunque debido al excedente de materiales excavados una parte importante de los mismos (aproximadamente 2/3) se enviarán a vertedero.

En las tablas que acompañan se muestra el balance de tierras para los Lotes 1, 2 y 3, respectivamente.

TABLA 1. Tabla de balance de tierras en el Lote 1

	BALANCE DE TIERRAS (m^3)
Excavación a cielo abierto	157.431
Excavación interior túnel	429.138
TOTAL	**586.569**

Rellenos procedentes de la excavación	133.722
Rellenos procedentes de préstamos	6.460
TOTAL	**140.182**

Tierras disponibles	586.569
Tierras necesarias con material procedente de la excavación	133.722
Sobrantes de excavación no reutilizados en obra	452.847
Coeficiente de paso	1,2
Transporte a canteras a restaurar	**543.416**

TABLA 1. Tabla de balance de tierras en el Lote 2

	BALANCE DE TIERRAS (m^3)
Excavación a cielo abierto	232.374
Excavación interior túnel	447.977
TOTAL	**680.351**

Rellenos procedentes de la excavación	122.049
Rellenos procedentes de préstamos	6.212
TOTAL	**128.261**

Tierras disponibles	680.351
Tierras necesarias con material procedente de la excavación	112.049
Sobrantes de excavación no reutilizados en obra	558.301
Coeficiente de paso	1,2
Transporte a canteras a restaurar	**669.961**

TABLA 2. Tabla de balance de tierras en el Lote 3

Balance de tierras	Volumen (m^3)
Materiales excavados a cielo abierto	422.646,4
Materiales excavados en el interior del túnel	995.822,0
Materiales excavados en los muros pantalla	75.080,04
Total de materiales excavados	**1.493.548,4**
Materiales reubicados dentro del Proyecto (rellenos)	563.902,3
Volumen de tierras a vertedero	929.646,14
Vertedero (coeficiente de paso 1,2)	1.115.575,4

Aunque, como puede observarse en la tabla, la obra presentará, en principio, un importante excedente de tierras, en este apartado se presenta una relación de las canteras y yacimientos que podrían llegar a necesitarse para aportar materiales aptos para unidades concretas de obra que se precisen.

Cabe destacar que, debido a la existencia a lo largo del trazado de dos estaciones de servicio, podrían detectarse suelos contaminados que precisaran llevarse a un vertedero de residuos peligrosos.

4.9.1 Yacimientos y canteras detectados

4.9.1.1 Yacimientos granulares

Los materiales explotados son, en su gran mayoría, los niveles cuaternarios de terrazas del río Tajo y sus afluentes (Jarama, Henares, Manzanares, Alberche y Guadarrama), consistentes en gravas y arenas con disposición subhorizontal, con potencias de 2 a 4 m por lo general, aunque pueden llegar a alcanzar 12 m.

En la siguiente tabla se incluyen los yacimientos granulares inventariados.

TABLA 3. Tabla recopilatoria de yacimientos granulares inventariados

Yacimiento	Denominación	Material explotado	Término municipal	Estado actual	Usos
YG-1	Steetley	Gravas y arenas del Jarama	Arganda	Activa	Cuerpo de rellenos, zahorras, aglomerados y hormigones
YG-2	Promsa	Gravas y arenas del Jarama	Arganda	Activa	Cuerpo de rellenos, zahorras, aglomerados y hormigones
YG-3	TRAMSA	Gravas y bolos cuarcíticos del Jarama	Arganda	Activa	Cuerpo de rellenos, zahorras, aglomerados y hormigones
YG-4	La Curva	Gravas y arenas del Jarama	Rivas - Vaciamadrid	Activa	Cuerpo de rellenos, zahorras, aglomerados y hormigones
YG-5	El Porcal	Gravas y bolos del Jarama	Rivas - Vaciamadrid	Activa	Cuerpo de rellenos, zahorras, aglomerados y hormigones
YG-6	Aresa	Gravas y arenas del Jarama	San Martín de la Vega	Activa	Cuerpo de rellenos, zahorras, aglomerados y hormigones
YG-7	Hat Madrid-1	Gravas y arenas silíceas del Jarama	San Martín de la Vega	Activa	Cuerpo de rellenos, zahorras, aglomerados y hormigones
YG-8	Readymix-Asland	Gravas y arenas silíceas del Jarama	San Martín de la Vega	Activa	Cuerpo de rellenos, zahorras, aglomerados y hormigones
YG-9	Arganda II	Gravas y arenas del Jarama	San Martín de la Vega	Activa	Cuerpo de rellenos, zahorras, aglomerados y hormigones
YG-10	Aricemex	Gravas y arenas del Jarama	San Martín de la Vega	Activa	Cuerpo de rellenos, zahorras, aglomerados y hormigones
YG-11	Aripresa "Velilla"	Gravas y bolos del Jarama	Velilla de San Antonio	Activa	Cuerpo de rellenos y hormigones
YG-12	Pionneer Cocrete	Gravas y arenas del Jarama	Velilla de San Antonio	Activa	Cuerpo de rellenos, zahorras, aglomerados y hormigones
YG-13	Maina, S.A.	Arenas silíceas del Manzanares	Getafe	Activa	Cuerpo de rellenos
YG-14	Soto e Hijos, S.A.	Arenas silíceas del Manzanares	Getafe	Activa	Cuerpo de rellenos
YG-15	Areneros Rojas	Arenas silíceas del Manzanares	Getafe	Activa	Cuerpo de rellenos
YG-16	Prepesa	Arenas silíceas del Manzanares	Getafe	Activa	Cuerpo de rellenos
YG-17	Arenero "El Junqueral"	Arenas silíceas del Manzanares	Moraleja de Enmedio	Activa	Cuerpo de rellenos
YG-18	Los Gallegos	Gravas y arenas silíceas del Henares	Torrejón de Ardoz	Activa	Cuerpo de rellenos, zahorras y hormigones
YG-19	J.O.B.D.E.P.	Gravas y arenas del Alberche	Aldea del Fresno	Activa	Hormigones, zahorras y aglomerados
YG-20	Gaveras Perales	Gravas y arenas del Alberche	Aldea del Fresno	Activa	Hormigones y zahorras
YG-21	Graveras El Fresno	Gravas y arenas del Alberche	Aldea del Fresno	Activa	Cuerpo de rellenos, hormigones y zahorras
YG-22	Areneros Medina	Arenas Miocenas	Méntrida (Toledo)	Activa	Cuerpo de terraplén, hormigones y zahorras

4.9.1.2 Canteras de caliza

Corresponden a yacimientos canterables que explotan las calizas pontienses o Calizas de Los Páramos, que culminan la serie miocena.

Se extienden en tres amplias zonas al sur de Madrid: Colmenar de Oreja-Valdelaguna-Chinchón; Morata de Tajuña-Campo Real y Carabaña-Nuevo Baztán.

La relación de canteras inventariadas se recoge en la siguiente tabla:

TABLA 4. Tabla recopilatoria de canteras de caliza inventariadas

Yacimiento	Denominación	Material explotado	Término municipal	Estado actual	Usos
C-1	El Monte	Calizas del Páramo	Valdilecha	Activa	Escollera, hormigones y zahorras
C-2	El Cazorlo	Calizas del Páramo	Arganda	Activa	Escollera, hormigones y zahorras
C-3	Campo Real	Calizas del Páramo	Arganda	Activa	Escollera, hormigones y zahorras
C-4	El Hoyón	Calizas del Páramo	Arganda	Activa	Escollera, hormigones y zahorras

4.9.1.3 Canteras de granito

Las canteras inventariadas de estos materiales se localizan en el Sistema Central y corresponden a rocas graníticas de edad hercínica.

Se trata de rocas ígneas intrusivas, con textura granuda y compuestas principalmente por cuarzo, feldespato y mica, así como otros minerales accesorios.

En la siguiente tabla se incluyen las canteras inventariadas en materiales graníticos.

TABLA 5. Tabla recopilatoria de canteras de granito inventariadas

Yacimiento	Denominación	Material explotado	Término municipal	Estado actual	Usos
CG-1	Virgen de los Remedios	Pórfido granítico	Soto del Real/Colmenar Viejo	Activa	Hormigones, zahorras y aglomerados.
CG-2	El Cartero (La Pola)	Granito	Colmenar Viejo	Activa	Hormigones y zahorras
CG-3	La Curva	Leucogranito aplítico	Navalagamella	Activa	Hormigones, zahorras y aglomerados.

4.9.2 Vertederos

Según la procedencia y naturaleza de los materiales excavados estos pueden ser subdivididos en tres grandes grupos:

- Tierras procedentes de la excavación
- Materiales de demolición y rellenos antrópicos excavados
- Materiales y tierras que presente contaminación
  -
  - En función de las características de cada uno de los materiales excavados su destino será diferente.

4.9.3 Propuesta inicial de utilización de yacimientos y canteras

Las necesidades de materiales en la traza serán mínimas, pero los materiales que se necesiten en principio se prevé que procedan de las canteras de caliza de la zona de Arganda – Campo Real o de las canteras graníticas citadas en el apartado anterior.

En cuanto a los vertederos a medida que avance el proyecto y las estimaciones de los volúmenes excedentarios y tipología de materiales obtenidos avancen se podrá definir de forma más específica aquellos vertederos más idóneos al trazado, en función del volumen de material admitido, distancias de acarreo y tipo de material admitido.

4.10 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA REALIZADA

A continuación, se describen todos los trabajos de investigación realizados al amparo del presente estudio.

Debe tenerse en cuenta que se han tomado los datos de todos los sondeos y todos los ensayos realizados para ambos Lotes; así como la información de otros tres sondeos de antecedentes, realizados en la parte final del trazado, entre los años 2005 y 2006.

4.10.1 Prospecciones de campo

A continuación, se describen los trabajos de prospección de campo efectuados y que han consistido en la perforación de sondeos mecánicos con recuperación de testigo, la ejecución de ensayos de penetración dinámica DPSH, y la ejecución de una campaña geofísica, mediante métodos de sísmica pasiva.

En concreto las prospecciones de campo realizadas han consistido en lo siguiente:

- 18 sondeos a rotación, que totalizan 518,05 metros lineales de perforación
- 8 penetrómetros dinámicos DPSH, que suponen 56,80 metros lineales de estudio sísmico
- 3 perfiles de sísmica MASW pasiva, que suman 610 metros lineales de investigación

Durante la ejecución de los sondeos se realizó la toma de muestras correspondientes.

4.10.1.1 Sondeos mecánicos

Se han realizado un total de dieciocho sondeos a rotación con extracción continua de testigo, todos ellos verticales. Dichos sondeos han sido ejecutados por la empresa ISTi, Investigación del Subsuelo y Técnicas Industriales, con dos sondas Delta Base DB-540 sobre camión y TP-50 sobre orugas.

En la siguiente tabla se resumen de los sondeos realizados, en el que se muestran sus características principales, tales como la ubicación, inclinación y longitud.

TABLA 6. Propiedades de los sondeos geotécnicos realizados

Sondeo	Coordenadas UTM del emboquille del sondeo			Inclinación (º)	Longitud sondeo (m)
	X	Y	Z		
S-1	437247,14	4473622,60	639,60	90	32,00
S-2	436820,20	4473307,97	636,50	90	31,00
S-3	436725,39	4473196,25	628,00	90	29,25
S-4	436424,65	4473115,35	629,50	90	29,80
S-5	436226,76	4472969,36	630,00	90	27,50
S-6	435945,80	4472823,42	630,30	90	20,05
S-7	435710,21	4472804,68	642,00	90	31,25
S-8	435664,77	4472753,64	647,00	90	32,00
S-9	435666,70	4472693,63	647,60	90	31,65
S-10	435593,86	4472667,96	650,00	90	34,50

S-11	435370,63	4472632,71	654,00	90	29,50
S-12	435088,00	4472369,00	660,70	90	32,75
S-13	435063,05	4472266,55	660,00	90	34,90
S-14	434787,96	4472063,06	666,40	90	37,00
S-15	434762,09	4471968,62	669,00	90	34,50
S-16	434631,00	4471843,00	671,00	90	20,05
S-17	434469,06	4471764,04	669,50	90	15,25
S-18	434390,06	4471607,74	675,00	90	15,10

Debido a la naturaleza de los materiales existentes, suelos, se han tomado mayoritariamente muestras inalteradas, y en menor medida testigos parafinados (T.P.). También se han realizado en todos los sondeos numerosos ensayos SPT.

En los sondeos se han realizado, además, una serie de ensayos in situ (ensayos SPT, presiómetros y permeabilidad Lefranc). Estos ensayos "in situ" se enumeran en los apartados siguientes, incluyendo sus principales resultados.

Una vez finalizados todos los ensayos in situ y comprobada su correcta ejecución se ha colocado un tubo ranurado de PVC para la medición del nivel freático en cada uno de ellos.

En todos los sondeos se ha realizado la medición periódica del nivel freático, y además se ha tomado una muestra de agua en él, con objeto de determinar su potencial agresividad al hormigón.

4.10.1.2 Ensayos de penetración dinámica

Se han realizado un total de 8 ensayos de penetración dinámica continua tipo DPSH. El ensayo de penetración dinámica se describe en la norma UNE 103-801-94.

En la tabla que se muestra a continuación se indican la situación y longitud alcanzada en los penetrómetros dinámicos realizados.

TABLA 7. Propiedades de los ensayos de penetración dinámica realizados

Ensayo de penetración dinámica	Coordenadas UTM del emboquille del penetrómetro			Profundidad del penetrómetro (m)
	X	Y	Z	
DPSH-1	436990,33	4473423,64	638,00	4,60
DPSH-2	436597,43	4473137,00	626,50	5,60
DPSH-3	436360,67	4473004,34	622,00	11,20
DPSH-4	436127,73	4472901,09	630,50	10,40
DPSH-5	435897,46	4472812,47	636,00	4,00
DPSH-6	435449,52	4472607,47	654,00	6,40
DPSH-7	435258,40	4472455,86	657,50	4,40
DPSH-8	434908,50	4472103,81	663,10	10,40

4.10.1.3 Trabajos de geofísica

Se ha realizado una campaña de prospección geofísica, ejecutada por la empresa Análisis y Gestión del Subsuelo, S.L., consistente en la realización de sísmica MASW pasiva, para la estimación de las características geológicas y geotécnicas del subsuelo en la zona de estudio.

La longitud de cada uno de los perfiles y sus principales características se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 8. Perfiles de sísmica pasiva realizados

Perfiles de sísmica pasiva	Coordenadas UTM del emboquille del penetrómetro				Longitud del perfil (m)
	Inicio perfil		Final perfil		
	X	Y	X	Y	
PSP-1	435558,353	4472663,841	435747,831	4472754,239	210
PSP-2	434686,140	4471913,911	434831,018	4472051,698	200
PSP-3	434696,777	447195,987	434839,518	4472099,869	200

4.10.1.4 Ensayos geotécnicos

Se han efectuado ensayos geotécnicos in situ aprovechando los sondeos perforados (ensayos SPT, presiómetros y permeabilidad Lefranc), así como ensayos de laboratorio.

4.10.1.4.1 Ensayos in situ

A continuación, se indican los ensayos in situ realizados:

- Fueron realizados 122 ensayos SPT (Standart Penetration Test), tomando como referencia las normas UNE-EN ISO 22476-3: 2006/A1:2014 y UNE-ENV 1997-3: 2002.
- Se han ejecutado un total de 36 ensayos presiodilatométricos, a profundidades comprendidas entre 3 y 33 m.
- Para el estudio de la permeabilidad se realizaron 3 ensayos Lefranc, con los que se ha podido medir el coeficiente de permeabilidad en los suelos.

4.10.1.5 Ensayos de laboratorio

Las muestras obtenidas en la campaña de campo, procedentes de los sondeos, han sido enviadas al laboratorio acreditado de geotecnia de CEPASA, Ensayos Geotécnicos S.A., donde se han realizado los ensayos de laboratorio necesarios para poder determinar las características geotécnicas de los distintos materiales por los que se desarrolla el trazado. Los ensayos de laboratorio permiten la valoración cuantitativa de los parámetros geotécnicos de los distintos grupos geotécnicos que aparecen a lo largo de la traza, y que determinarán el comportamiento de los mismos en su interacción con la obra proyectada.

Dada la existencia de dos gasolineras a lo largo del trazado de estudio, se han tomado muestras para la realización de los siguientes ensayos de laboratorio medioambientales:

- Ud. Determinación TPH (C10-C40) en suelos.
- Ud. determinación familias de TPH en suelos.
- Ud. Determinación TPH (C5-C10) y (C10-C40) + BTEX + COV'S+ Cloruro de Vinilo+Metales (As, Cd, Cr, CrVI Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) + PAH'S en suelos.
- Ud. Determinación clasificación vertedero Real Decreto 646/2020 (Decisión 33/2003/EC).

Dichos ensayos medioambientales han sido ejecutados por la empresa GEOTECNIA 2000.

El número de ensayos realizados es el siguiente:

- 56 ud. humedad
- 48 ud. densidad seca
- 48 ud. densidad aparente
- 60 ud. peso específico de las partículas
- 45 ud. análisis granulométrico
- 45 ud. determinación de los límites de Atterberg
- 39 ud. resistencia a compresión simple en roca
- 23 ud. resistencia a compresión triaxial en suelo
- 32 ud. resistencia al corte directo
- 30 ud. hinchamiento libre
- 25 ud. presión de hinchamiento
- 30 ud. edómetro
- 25 ud. colapso
- 25 ud. permeabilidad
- 25 ud. contenido en materia orgánica
- 35 ud. contenido de sulfatos
- 16 ud. agresividad del agua

4.11 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL TERRENO

En el presente apartado se describen de forma general los materiales presentes a lo largo del trazado desde el punto de vista geotécnico, así como los parámetros asumidos.

Los materiales presentes a lo largo del trazado son de tipo suelo, y pueden diferenciarse en las siguientes 5 litologías:

- Relleno antrópico
- Arena de miga
- Arena tosquiza
- Tosco arenoso
- Tosco

4.11.1 Relleno antrópico

Se trata de rellenos antrópicos constituidos principalmente por arenas, bolos, gravas y arcillas, en diferentes proporciones, con restos de ladrillería y diferentes materiales de construcción.

Se ha detectado en todos los sondeos, excepto en uno, con espesores variables, entre 25 centímetros y 5,35 metros, con un espesor medio de 1,69 metros.

En la tabla que acompaña se muestran los espesores de relleno antrópico detectados en cada uno de los sondeos.

En esta unidad no se ha realizado ningún ensayo de laboratorio.

De acuerdo a la naturaleza de los materiales de relleno, se le han asignado los siguientes parámetros de resistencia al corte:

- Cohesión: 0 kPa
- Ángulo de fricción interna: 28º

En cuanto a los parámetros deformacionales, se considera adecuada la asignación de los siguientes valores:

- E = 90 kp/cm²
- Coeficiente de Poisson: ν = 0,35.

4.11.2 Arena de miga

4.11.2.1 Parámetros petrofísicos y de estado

- La humedad presenta valores comprendidos entre 6,70 y 23,30 %, con un valor medio de 10,49%; mientras que el índice de poros oscila entre 0,42 y 0,762, con un valor medio de 0,556.Densidad aparente, densidad seca y peso específico de las partículas
- La densidad aparente presenta valores comprendidos entre 1,69 y 2,16 g/cm3, con un valor medio de 2,00 g/cm3.
- La densidad seca presenta valores comprendidos entre 1,58 y 2,02 g/cm3, con un valor medio de 1,82 g/cm3.
- El peso específico de las partículas presenta valores comprendidos entre 2,65 y 2,72 g/cm3, con un valor medio de 2,69 g/cm3.
- La arena de miga poseen un porcentaje medio de un 7,05 % de materiales tipo grava, con porcentajes entre 0 % y 20,18 %; un porcentaje medio de 79,74 % de arenas, y un porcentaje medio del 13,21 % de finos, con porcentajes entre 7,55 y 20,29 %.
- La arena de miga se clasifica según la U.S.C.S. como SC, arenas con arcillas y SM, arenas con limos.
- El 78% de las muestras ensayadas no presentan plasticidad.
- El 22% restante presentan plasticidad. Según el gráfico de Casagrande, el material ensayado se clasifica como CL y CL-ML, arcillas inorgánicas de baja plasticidad y limos inorgánicos de baja plasticidad.

4.11.2.2 Parámetros resistentes

En la siguiente tabla se muestra la distribución de compacidad detectada en la Arena de Miga a partir de los ensayos SPT. Como puede observarse el 69% de los ensayos SPT muestran una compacidad muy densa de la Arena de Miga.

TABLA 9. Distribución de compacidad detectada a partir del resultado del golpeo de los ensayos SPT en la Arena de Miga

Golpeo (N_{30})	Compacidad de las arenas	Distribución de compacidad detectada en función al golpeo de los ensayos SPT realizados (%)
≤4	Muy flojo	0 %
5 a 10	Flojo	0 %
11 a 30	Medianamente denso	6,25 %
31 a 50	Denso	25 %
>50	Muy denso	68,75 %

Se consideran adecuados los siguientes parámetros resistentes para la Arena Tosquiza:

TABLA 10. Parámetros resistentes obtenidos en la Arena de Miga

UNIDAD GEOLÓGICA	Resistencia a compresión simple qu (MPa)	Resistencia al corte sin drenaje Cu (MPa)	Cohesión total (KPa)	Fricción total (°)	Cohesión efectiva (KPa)	Fricción efectiva (°)
ARENA DE MIGA	0,085	0,0425	55	32	13	34

4.11.2.3 Deformabilidad

- Se ha detectado un índice de poros inicial entre 0,42 y 0,76, con un valor medio de 0,556.
- El módulo edométrico varía entre 32,16 MPa y 46,99 MPa, con un valor medio de 39,48 MPa.
- El módulo dilatométrico varía entre 65 MPa y 117 MPa, con un valor medio de 86 MPa.
- La presión de fluencia varía entre 19 kg/cm^2 y 40 kg/cm^2, con un valor medio de 28 kg/cm^2.
- La presión limite varía entre 32 kg/cm^2 y 68 kg/cm^2, con un valor medio de 48 kg/cm^2.

Por tanto se considera adecuado un valor del módulo de deformación en carga para la Arena de Miga de 86 MPa.

4.11.2.4 Expansividad

- La Arena de Miga no presenta expansividad, ya que no se ha detectado hinchamiento en ninguna de las muestras.

4.11.2.5 Colapso

- El 20% de las muestras ensayadas han presentado un grado de colapso bajo a medio.
- El 80% de las muestras ensayadas han presentado un grado de colapso bajo.

4.11.2.6 Permeabilidad

- El valor mínimo de permeabilidad detectado para la Arena de Miga es de 1,19E-09 m/s.
- El valor máximo de permeabilidad detectado para la Arena de Miga es de 1,72E-05 m/s.
- El valor medio de permeabilidad detectado para la Arena de Miga es de 6,59E-08 m/s, que clasifica la unidad como de muy baja permeabilidad.

4.11.2.7 Contenidos químicos

- Se ha detectado un contenido de materia orgánica entre 0,047 y 0,316%, con un contenido medio de 0,212%.
- Se ha detectado un contenido en sulfatos entre 60 y 379 mg/kg, con un contenido medio de 123,71 mg/kg, por tanto el 100% de las muestras de suelo ensayadas no presentan agresividad.

4.11.2.8 Clasificación PG-3 y reutilización

La Arena de Miga se clasifica como Tolerable según el artículo 330.3.3 del PG-3.

4.11.3 Arena tosquiza

4.11.3.1 Parámetros petrofísicos y de estado

- La humedad presenta valores comprendidos entre 12,50 y 18,62 %, con un valor medio de 14,52%; mientras que el índice de poros oscila entre 0,427 y 0,634, con un valor medio de 0,502.
- La densidad aparente presenta valores comprendidos entre 1,89 y 2,29 g/cm3, con un valor medio de 2,09 g/cm3.
- La densidad seca presenta valores comprendidos entre 1,67 y 2,02 g/cm3, con un valor medio de 1,82 g/cm3.
- El peso específico de las partículas presenta valores comprendidos entre 2,64 y 2,78 g/cm3, con un valor medio de 2,67 g/cm3.
- La Arena Tosquiza poseen un porcentaje medio de un 6,03 % de materiales tipo grava, con porcentajes entre 0 % y 16,25 %; un porcentaje medio de 58,01 % de arenas, y un porcentaje medio del 35,96 % de finos, con porcentajes entre 30,85 y 39,59 %.
- La Arena Tosquiza se clasifica según la U.S.C.S. como SC, arenas con arcillas y SM, arenas con limos.
- El 50% de las muestras ensayadas no presentan plasticidad.
- El 50% restante presentan plasticidad. Según el gráfico de Casagrande, el material ensayado se clasifica como CL, CL-ML y ML-OL, arcillas inorgánicas de baja plasticidad y limos inorgánicos de baja plasticidad.

4.11.3.2 Parámetros resistentes

En la siguiente tabla se muestra la distribución de compacidad detectada en la Arena Tosquiza a partir de los ensayos SPT. Como puede observarse el 80% de los ensayos SPT muestran una compacidad muy densa de la Arena Tosquiza.

TABLA 11. Distribución de compacidad detectada a partir del resultado del golpeo de los ensayos SPT en la Arena Tosquiza

Golpeo (N_{30})	Compacidad de las arenas	Distribución de compacidad detectada en función al golpeo de los ensayos SPT realizados (%)
≤4	Muy flojo	0 %
5 a 10	Flojo	0 %
11 a 30	Medianamente denso	1,67 %
31 a 50	Denso	18,33 %
>50	Muy denso	80 %

A continuación se muestra también una tabla con la distribución de consistencia detectada en la Arena Tosquiza a partir de los ensayos SPT. Como puede observarse el 98% de los ensayos SPT muestran una consistencia muy dura de la Arena Tosquiza.

TABLA 12. Distribución de consistencia detectada a partir del resultado del golpeo de los ensayos SPT en la Arena Tosquiza

Golpeo (N_{30})	Consistencia de los suelos cohesivos	Distribución de consistencia detectada en función al golpeo de los ensayos SPT realizados (%)
≤2	Muy blando	0 %
2 a 4	Blando	0 %
4 a 8	Moderadamente firme	0 %
8 a 15	Firme	0 %
15 a 30	Muy firme	1,67 %
>30	Duro	98,33 %

Se consideran adecuados los siguientes parámetros resistentes para la Arena Tosquiza:

TABLA 13. Parámetros resistentes obtenidos en la Arena Tosquiza

UNIDAD GEOLÓGICA	Resistencia a compresión simple qu (MPa)	Resistencia al corte sin drenaje Cu (MPa)	Cohesión total (KPa)	Fricción total (°)	Cohesión efectiva (KPa)	Fricción efectiva (°)
ARENA TOSQUIZA	0,35	0,175	45	32	23	33

4.11.3.3 Deformabilidad

- Se ha detectado un índice de poros inicial entre 0,427 y 0,634, con un valor medio de 0,502.
- El módulo edométrico varía entre 20,590 MPa y 46,246 MPa, con un valor medio de 34,019 MPa.
- El módulo dilatométrico varía entre 60,4 MPa y 121 MPa, con un valor medio de 92 MPa.
- La presión de fluencia varía entre 17 kg/cm^2 y 38 kg/cm^2, con un valor medio de 25 kg/cm^2.
- La presión limite varía entre 25 kg/cm^2 y 52 kg/cm^2, con un valor medio de 37 kg/cm^2.

Por tanto se considera adecuado un valor del módulo de deformación en carga para la Arena Tosquiza de 92 MPa.

4.11.3.4 Expansividad

- La Arena Tosquiza presenta una expansividad baja y un grado de expansión bajo.

4.11.3.5 Colapso

- El 30% de las muestras ensayadas han presentado un grado de colapso bajo a medio.
- El 70% de las muestras ensayadas han presentado un grado de colapso bajo.

4.11.3.6 Permeabilidad

- El valor mínimo de permeabilidad detectado para la Arena Tosquiza es de 6,91E-11 m/s.
- El valor máximo de permeabilidad detectado para la Arena Tosquiza es de 2,96E-08 m/s.
- El valor medio de permeabilidad detectado para la Arena Tosquiza es de 4,82E-09 m/s, que clasifica la unidad como de muy baja permeabilidad.

4.11.3.7 Contenidos químicos

- Se ha detectado un contenido de materia orgánica entre 0,058 y 0,311%, con un contenido medio de 0,201%.
- Se ha detectado un contenido en sulfatos entre 60 y 242 mg/kg, con un contenido medio de 134,78 mg/kg, por tanto el 100% de las muestras de suelo ensayadas no presentan agresividad.

4.11.3.8 Clasificación PG-3 y reutilización

La Arena Tosquiza se clasifica como Tolerable según el artículo 330.3.3 del PG-3.

4.11.4 Tosco arenoso

4.11.4.1 Parámetros petrofísicos y de estado

- La humedad presenta valores comprendidos entre 9,30 y 19,30 %, con un valor medio de 13,81; mientras que el índice de poros oscila entre 0,404 y 0,631, con un valor medio de 0,481.
- La densidad aparente presenta valores comprendidos entre 1,98 y 2,19 g/cm3, con un valor medio de 2,08 g/cm3.
- La densidad seca presenta valores comprendidos entre 1,67 y 1,95 g/cm3, con un valor medio de 1,83 g/cm3.
- El peso específico de las partículas presenta valores comprendidos entre 2,60 y 2,71 g/cm3, con un valor medio de 2,67 g/cm3.
- El Tosco Arenoso poseen un porcentaje medio de un 2,66 % de materiales tipo grava, con porcentajes entre 0 % y 7 %; un porcentaje medio de 46,79 % de arenas, y un porcentaje medio del 50,55 % de finos, con porcentajes entre 40,06 y 59,89%.
- El Tosco Arenoso se clasifica según la U.S.C.S. en un 50% como SC, arenas con arcillas; mientras que el 50% restante corresponde a suelos tipo CL, es decir, arcillas inorgánicas de baja plasticidad.
- El 12,5% de las muestras ensayadas no presentan plasticidad.
- El 87,5% restante presentan plasticidad. Según el gráfico de Casagrande, el material ensayado se clasifica como CL, arcillas inorgánicas de baja plasticidad.

4.11.4.2 Parámetros resistentes

En la siguiente tabla se muestra la distribución de consistencia detectada en el Tosco Arenoso a partir de los ensayos SPT. Como puede observarse el 94% de los ensayos SPT muestran una consistencia muy dura del Tosco Arenoso.

TABLA 14. Distribución de consistencia detectada a partir del resultado del golpeo de los ensayos SPT en el Tosco Arenoso

Golpeo (N_{30})	Consistencia de los suelos cohesivos	Distribución de consistencia detectada en función al golpeo de los ensayos SPT realizados (%)
≤2	Muy blando	0 %
2 a 4	Blando	0 %
4 a 8	Moderadamente firme	0 %
8 a 15	Firme	6,25 %

Golpeo (N_{30})	Consistencia de los suelos cohesivos	Distribución de consistencia detectada en función al golpeo de los ensayos SPT realizados (%)
15 a 30	Muy firme	0 %
>30	Duro	93,75 %

Los resultados de los ensayos de resistencia a compresión simple muestran valores entre 1,96 y 5,07 kg/cm^2, con un valor medio de 3,16 kg/cm^2, que clasifica al Tosco arenoso como materiales de consistencia muy firme.

Los valores de resistencia al corte sin drenaje obtenidos oscilan entre 0,98 y 2,49 kg/cm^2, con un valor medio de 1,57 kg/cm^2.

Se consideran adecuados los siguientes parámetros resistentes para el Tosco Arenoso:

TABLA 15. Parámetros resistentes obtenidos en el Tosco Arenoso

UNIDAD GEOLÓGICA	Resistencia a compresión simple		Cohesión total (KPa)	Fricción total (°)	Cohesión efectiva (KPa)	Fricción efectiva (°)
	qu (MPa)	c_u (MPa)				
TOSCO ARENOSO	0,32	0,16	50	31	45	32

4.11.4.3 Deformabilidad

- Se ha detectado un índice de poros inicial entre 0,404 y 0,631, con un valor medio de 0,481.
- El módulo edométrico varía entre 18,621 MPa y 41,131 MPa, con un valor medio de 27,828 MPa.
- El módulo dilatométrico varía entre 92 MPa y 154 MPa, con un valor medio de 115 MPa.
- La presión de fluencia varía entre 25 kg/cm^2 y 35 kg/cm^2, con un valor medio de 30 kg/cm^2.
- La presión limite varía entre 38 kg/cm^2 y 56 kg/cm^2, con un valor medio de 45 kg/cm^2.

Por tanto se considera adecuado un valor del módulo de deformación en carga para el Tosco Arenoso de 115 MPa.

4.11.4.4 Expansividad

- Como puede observarse el Tosco Arenoso presenta una expansividad baja y un grado de expansión bajo en el 87,5 % de las muestras ensayadas, y una expansividad media a alta en un 12,5 % de las muestras.

4.11.4.5 Colapso

- El 14 % de las muestras ensayadas han presentado un grado de colapso bajo a medio.
- El 86 % de las muestras ensayadas han presentado un grado de colapso bajo.

4.11.4.6 Permeabilidad

- El valor mínimo de permeabilidad detectado para el Tosco Arenoso es de 5,42E-10 m/s.
- El valor máximo de permeabilidad detectado para el Tosco Arenoso es de 2,67E-09 m/s.
- El valor medio de permeabilidad detectado para el Tosco Arenoso es de 1,59E-09 m/s, que clasifica la unidad como de muy baja permeabilidad, en el límite con prácticamente impermeable.

4.11.4.7 Contenidos químicos

- Se ha detectado un contenido de materia orgánica entre 0,062 y 0,341%, con un contenido medio de 0,164%.
- Se ha detectado un contenido en sulfatos entre 36 y 2615 mg/kg. El 89% de las muestras de suelo ensayadas no presentan agresividad, mientras que el 11% restante presentan una agresividad débil.

4.11.4.8 Clasificación PG-3 y reutilización

El Tosco Arenoso se clasifica como Tolerable según el artículo 330.3.3 del PG-3.

4.11.5 Tosco

4.11.5.1 Parámetros petrofísicos y de estado

- La humedad presenta valores comprendidos entre 15,70 y 30,30 %, con un valor medio de 20,09%; mientras que el índice de poros oscila entre 0,465 y 0,864, con un valor medio de 0,563.
- La densidad aparente presenta valores comprendidos entre 1,90 y 2,17 g/cm3, con un valor medio de 2,08 g/cm3.
- La densidad seca presenta valores comprendidos entre 1,46 y 1,87 g/cm3, con un valor medio de 1,74 g/cm3.
- El peso específico de las partículas presenta valores comprendidos entre 2,61 y 2,71 g/cm3, con un valor medio de 2,66 g/cm3.
- El Tosco poseen un porcentaje medio de un 0,28 % de materiales tipo grava, con porcentajes entre 0 % y 1,54 %; un porcentaje medio de 16,01 % de arenas, y un porcentaje medio del 83,71 % de finos, con porcentajes entre 60,08 y 98,32%.
- El Tosco se clasifica según la U.S.C.S. en un 80% como CL, arcillas inorgánicas de baja plasticidad, un 10% como MH – OH, limos y arcilla de alta plasticidad, y el 10% restante se encuentra en el límite entre CL y ML – OL (limos y arcillas poco plásticas).
- Todas las muestras ensayadas presentan plasticidad.
- Según el gráfico de Casagrande, el material ensayado se clasifica en un 80% como CL, arcillas inorgánicas de baja plasticidad, un 10% como MH – OH, limos y arcilla de alta plasticidad, y el 10% restante se encuentra en el límite entre CL y ML – OL (limos y arcillas poco plásticas).

4.11.5.2 Parámetros resistentes

En la siguiente tabla se muestra la distribución de consistencia detectada en el Tosco a partir de los ensayos SPT. Como puede observarse el 100% de los ensayos SPT muestran una consistencia muy dura del Tosco.

TABLA 16. Distribución de consistencia detectada a partir del resultado del golpeo de los ensayos SPT en el Tosco

Golpeo (N_{30})	Consistencia de los suelos cohesivos	Distribución de consistencia detectada en función al golpeo de los ensayos SPT realizados (%)
≤2	Muy blando	0 %
2 a 4	Blando	0 %
4 a 8	Moderadamente firme	0 %
8 a 15	Firme	0 %
15 a 30	Muy firme	0 %
>30	Duro	100 %

Se consideran adecuados los siguientes parámetros resistentes para el Tosco:

TABLA 17. Parámetros resistentes obtenidos en el Tosco

UNIDAD GEOLÓGICA	Resistencia a compresión simple		Cohesión total (KPa)	Fricción total (°)	Cohesión efectiva (KPa)	Fricción efectiva (°)
	qu (MPa)	c_u (MPa)				
TOSCO	0,79	0,39	85	27	62	30

4.11.5.3 Deformabilidad

- Se ha detectado un índice de poros inicial entre 0,465 y 0,864, con un valor medio de 0,563.
- El módulo edométrico varía entre 31,873 MPa y 40,955 MPa, con un valor medio de 36,688 MPa.
- El módulo dilatométrico varía entre 163 MPa y 299 MPa, con un valor medio de 215 MPa.
- La presión de fluencia presenta un valor medio de 39 kg/cm^2.
- La presión limite varía entre 50 kg/cm^2 y 64 kg/cm^2, con un valor medio de 58 kg/cm^2.
  - Por tanto se considera adecuado un valor del módulo de deformación en carga para el Tosco de 215 MPa.

4.11.5.4 Expansividad

- El 40% de las muestras ensayadas muestran una expansividad media a alta.
- El 20% de las muestras ensayadas muestran una expansividad baja a media.
- El 40% restante de las muestras ensayadas muestran una expansividad baja.
- Según los resultados del ensayo de presión de hinchamiento el 100% de las muestras ensayadas muestran un grado de expansión bajo.

4.11.5.5 Colapso

- Todas las muestras ensayadas presentan grado de colapso bajo.

4.11.5.6 Permeabilidad

- El valor mínimo de permeabilidad detectado para el Tosco es de 6,63E-11 m/s.
- El valor máximo de permeabilidad detectado para el Tosco es de 6,72E-10 m/s.
- El valor medio de permeabilidad detectado para el Tosco es de 1,96E-10 m/s, que clasifica la unidad como prácticamente impermeable.

4.11.5.7 Contenidos químicos

- Se ha detectado un contenido de materia orgánica entre 0,080 y 0,322%, con un contenido medio de 0,210%.
- Se ha detectado un contenido en sulfatos entre 45 y 206 mg/kg, por tanto el 100% de las muestras de suelo ensayadas no presentan agresividad.

4.11.5.8 Clasificación PG-3 y reutilización

El Tosco se clasifica como Tolerable o Marginal según el artículo 330.3.3 del PG-3, dependiendo del hinchamiento libre que presente.

En los ensayos de hinchamiento libre realizados se han obtenido porcentajes que van desde el 0,87% hasta el 6,16%.

Los materiales se clasificarán como tolerables si presentan un hinchamiento libre inferior al tres por ciento (3%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal, y se clasificarán con marginales si ese hinchamiento libre es inferior al cinco por ciento (5%). En el caso, improbable, de que el porcentaje supere el 5% se clasificaría como un suelo inadecuado.

4.11.6 Parámetros geotécnicos para el diseño de pantallas continuas

Para el diseño de pantallas continuas se consideran adecuados los parámetros que se muestran en la tabla que acompaña.

TABLA 18. Parámetros geotécnicos para el diseño de pantallas continuas

TIPO DE SUELO	PESO ESPECÍFICO APARENTE γ (t/m³)	Cohesión total (t/m²)	Fricción total (°)	COHESIÓN c' (t/m²)	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO ϕ (°)	MÓDULO DE DEFOR-MACIÓN E (t/m²)	COEFICIENTE DE POISSON ν	COEFICIENTE DE BALASTO K (t/m³)
Rellenos antrópicos	1,80	-	-	0,00	28	900	0,35	2.000
Arenas de miga	2,00	-	-	1,00	35	7.500	0,30	20.000
Arenas tosquizas	2,05	4,5	32	1,50	33	10.000	0,30	20.000
Toscos arenosos	2,08	5,0	31	2,50	32,5	13.000	0,30	35.000
Toscos	2,10	8,5	27	4,00	30	18.000	0,30	40.000

4.12 HIDROGEOLOGÍA

4.12.1 Hidrogeología local

Atendiendo a la hidrogeología local, se pueden diferenciar 2 unidades:

- Depósitos detríticos terciarios
- Depósitos detríticos cuaternarios

El agua subterránea se encuentra en los depósitos detríticos en dos niveles diferentes: uno profundo, que puede estar confinado y que no se vería afectado por el trazado, y otro más superficial, libre y sin continuidad, que constituiría niveles de agua colgados, y que estarían asociados a las precipitaciones y riegos existentes en la zona.

El comportamiento hidrogeológico en los materiales terciarios de la zona de estudio va a estar condicionada por el contenido de finos, ya que podemos encontrar estratos arenosos de carácter permeable así como niveles de arcilla arenosa o arena arcillosa poco permeables a impermeables.

Los niveles de agua colgados superficiales se encuentran en niveles lenticulares de arenas, de diferentes dimensiones, limitados por sedimentos arcillosos impermeables. La importancia de estos niveles colgados dependerá de la dimensión del estrato arenoso, así como su continuidad lateral, que condiciona sus posibilidades de recarga.

En las “Peñuelas” el agua se encuentra en los niveles más permeables o en las juntas y la recarga se produciría a partir de los niveles detríticos superficiales, con los que están conectados.

Los materiales cuaternarios presentan unas condiciones hidrogeológicas más homogéneas, dada su composición fundamentalmente arenosa, que hace que tengan permeabilidades más elevadas y es habitual que alberguen niveles de agua superficiales.

Los depósitos aluviales funcionan como un acuífero libre que presenta fluctuaciones estacionales, ya que tiene unas características adecuadas tanto para el almacenamiento como para la circulación y evacuación del agua, que hace que en las épocas de lluvia los depósitos presenten un nivel freático elevado, mientras que en las épocas de estiaje el nivel freático es más bajo.

4.12.2 Piezometría

Las mediciones del nivel de agua realizadas durante la campaña de campo, y una vez terminada la misma, se muestran en la tabla de la página siguiente. Asimismo, en la figura que acompaña se puede observar la evolución de los niveles de agua detectados.

Como puede observarse, salvo en el sondeo S-1, que se ha encontrado prácticamente seco en todas las mediciones, y en el sondeo S-2, que se detectó únicamente un poco de agua al final del sondeo, en el resto de los sondeos sí se detectaron niveles de agua.

TABLA 19. Tabla de mediciones de los niveles de agua detectados en los sondeos de la campaña geotécnica actual.

	SONDEO / PROFUNDIDAD PIEZÓMETRO (m)																	
	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12	S-13	S-14	S-15	S-16	S-17	S-18
	32,00	31,00	29,25	29,80	26,50	28,00	31,25	32,00	31,65	34,50	29,50	32,75	34,90	37,00	34,50	20,00	15,25	15,10
FECHA DE MEDIDA	PROFUNDIDAD NIVELES DE AGUA DETECTADOS (m)																	
08/02/2021																		9,00
10/02/2021																		7,70
10/02/2021																		8,16
11/02/2021																		8,66
15/02/2021																14,50		
15/02/2021 Tras Purga																19,80		
16/02/2021					23,85											18,80	11,67	8,54
16/02/2021 Tras Purga																		14,20
18/02/2021					22,16							31,80					11,65	
18/02/2021					22,30												15,17	
19/02/2021					22,26							28,50				21,00	11,72	8,85
23/02/2021	SECO																	
25/02/2021	SECO				22,06							28,24				18,31	11,70	10,38
26/02/2021					21,99											18,28	11,66	10,43
01/03/2021	SECO											28,20		11,09		18,32	11,71	10,22
02/03/2021									27,51				26,75					
03/03/2021												28,35	28,15					
03/03/2021 Tras Purga												30,72						
03/03/2021 Tras Purga												30,59						
09/03/2021	SECO	22,09			22,30				27,38	29,54		28,46		11,30		18,33	11,70	10,85
15/03/2021		22,79		12,58	21,96													
16/03/2021	31,22					13,00	22,38		27,43	29,45				10,98	25,4			
17/03/2021												28,38	22,64			18,27	11,7	11,05
18/03/2021			18,10			4,95												
22/03/2021							22,24	26,50	27,46	29,32								
29/03/2021		25,10			22,05	5,00	22,30	27,35			23,00							
29/03/2021		26,95	20,80	21,95		6,95	29,80	28,05	30,80	32,80	23,08							
30/03/2021 (mañana)													25,80	15,10	32,20			
30/03/2021 (tarde)			18,10	21,90	22,10	5,00	26,10	27,65	27,50	29,30	23,00	28,60	22,70	10,90	26,60	18,30	11,70	11,30
15/04/2021	31,20	26,07	18,10	21,95	21,97		23,03	27,65	27,50	29,30	23,00	28,40	22,65	11,90	25,45	18,26	11,66	11,23
27/05/2021	31,10	22,95	18,07	21,70	21,95	5,00	23,30	27,77	27,50	29,27	23,05	28,45	22,65	10,87	22,20	18,25	11,60	11,15
PROFUNDIDAD MÁXIMA	31,22	26,95	20,80	21,95	23,85	13,00	29,80	28,05	30,80	32,80	23,08	31,80	28,15	15,10	32,20	21,00	15,17	14,20
PROFUNDIDAD MÍNIMA	31,10	22,09	18,07	12,58	21,95	4,95	22,24	26,50	27,38	29,27	23,00	28,20	22,64	10,87	22,20	14,50	11,60	7,70
PROFUNDIDAD MEDIA	31,17	24,33	18,63	20,02	22,25	6,65	24,16	27,50	27,89	29,85	23,03	29,06	24,48	11,73	26,37	18,37	11,97	10,11

*** En los sondeos S-1 y S-2 no hay suficiente agua para la toma de muestra. Poca cantidad de agua y con abundante barro.**

* Medida al finalizar el sondeo
** Medida tras el purgado
*** N.A. detectado durante la perforación
Profundidad del N.A. en la toma de muestra de agua

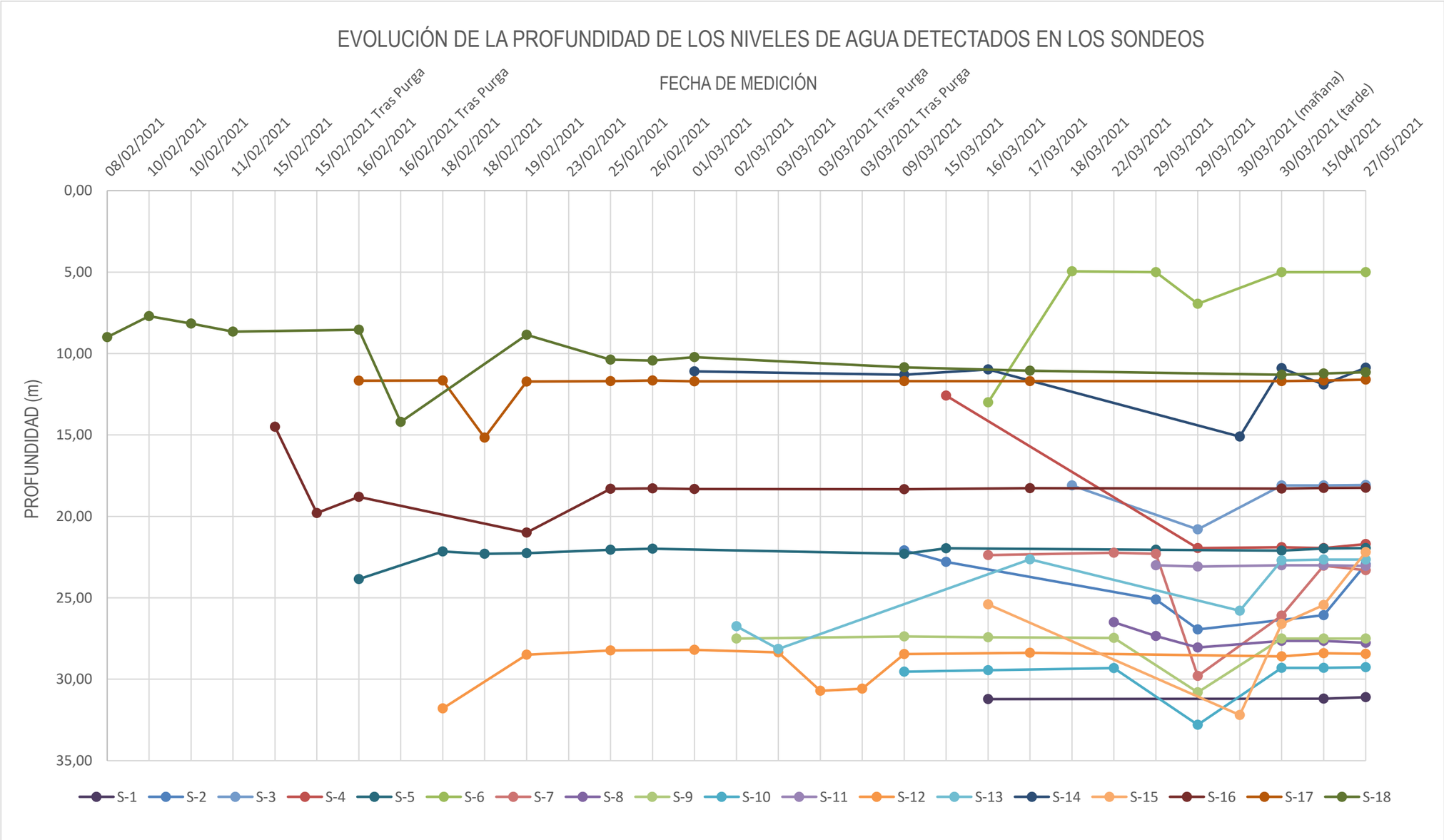


Figura 2.- Evolución de la profundidad de los niveles de agua detectados en los sondeos de la campaña geotécnica actual

Los niveles de agua se han detectado desde la cota 607,75 hasta la cota 664,89 m.s.n.m.

Teniendo en cuenta esta información, al final del trazado, y hasta el sondeo S-5 (P.K. aproximado 2+650), la cota de agua se encuentra a unos 610 m.s.n.m.

Entre este punto y el sondeo S-6 (P.K. aproximado 2+430), se produce un ascenso en la cota del nivel de agua, situándose a unos 620 m.s.n.m. El nivel de agua permanece más o menos a esa cota hasta el sondeo S-10 (P.K. aproximado 2+050).

A partir de este punto se produce un ascenso continuado de la cota del nivel de agua, llegando a encontrarse a la cota 665 m.s.n.m. en el sondeo S-18.

4.12.3 Permeabilidad

A partir de la información obtenida de la campaña de reconocimientos de campo actual, así como de los antecedentes y bibliografía disponibles, se estiman las siguientes permeabilidades en cada una de las unidades geológico-geotécnicas que se muestran a continuación:

TABLA 20. Tabla de permeabilidades de las diferentes unidades geológico-geotécnicas.

Unidad geológico-geotécnica	K (cm/s)
Relleno antrópico	$1{,}0 \times 10^{-3}$
Depósitos aluviales	$1{,}0 \times 10^{-3}$
Terrazas aluviales	$4{,}0 \times 10^{-3}$
Tosco	$1{,}0 \times 10^{-8}$
Tosco Arenoso	$1{,}0 \times 10^{-7}$
Arena Tosquiza	$5{,}0 \times 10^{-7}$
Arena de Miga	$1{,}0 \times 10^{-6}$

Las unidades geológico-geotécnicas cuaternarias presentan unos valores de permeabilidad que clasifican al terreno como de permeabilidad baja a media.

4.12.4 Quimismo del agua

Se han efectuado análisis químicos de acuerdo con la norma EHE a 16 muestras de agua tomadas de los sondeos, cuyos resultados son los contenidos en la tabla que se incluye a continuación.

En base a estos resultados se puede confirmar que las aguas presentan agresividad nula según el pH, su contenido en magnesio, amonio, CO2 y residuo seco, y agresividad débil a media frente al contenido en sulfatos, ya que 13 de las 16 muestras ensayadas presenta una agresividad débil a media por presencia de sulfatos.

Con los resultados obtenidos se puede concluir que el agua analizada puede presentar agresividad débil a media en el contenido del ión sulfato.

4.12.5 Posible afección a las aguas superficiales

El Soterramiento de la A-5 – Paseo de Extremadura, perteneciente al Proyecto de ejecución del Paseo Verde del Suroeste, no afectará en ningún caso a las aguas superficiales ni a la red fluvial de la zona, ya que a lo largo del trazado establecido no se encuentra ningún cauce.

4.12.6 Posible afección a las aguas subterráneas

Se ha realizado un estudio de la existencia de pozos en la zona de ubicación del trazado y sus alrededores.

Todos los pozos detectados se encuentran bastante alejados de la zona de trazado, considerándose más próximos al trazado y que pudieran ser afectados por el mismo, únicamente 3 puntos.

Dado el modelo hidrogeológico que ha podido observarse en la zona de estudio, se estima que el trazado no afecte en ningún caso al nivel piezométrico existente, detectado en los sondeos, pudiendo intersecar únicamente algunos niveles colgados de agua más superficiales.

Por tanto, la ejecución del trazado no afectará en ningún caso a los pozos detectados en las proximidades de la zona de estudio.

4.13 GEOTECNIA DE CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

4.13.1 Cimentaciones superficiales en terreno de la Facies Madrid (arena de miga y suelos tosquizos)

Salvo problemas locales, son terrenos que presentan una resistencia elevada y permiten la ejecución de cimentaciones superficiales.

Como criterio general, sobre estos materiales terciarios se podrá cimentar superficialmente, adoptando las siguientes cargas admisibles:

- Profundidad < 5 m → σadm = 3,0 kp/cm².
- Profundidad > 5 m → σadm = 4,0 kp/cm².

A partir de la formulación de Brinch-Hansen anteriormente descrita en el apartado de la metodología y tomando los parámetros geomecánicos obtenidos en cada caso, se ha realizado una estimación de la carga admisible para cada una de las unidades.

- Para la Arena de Miga se han obtenido cargas admisibles que varían aproximadamente entre los 6 y los 7 kp/cm^2.
- Para la Arena Tosquiza se han obtenido cargas admisibles que varían aproximadamente entre los 4 y los 5 kp/cm^2.
- Para el Tosco Arenoso se han obtenido cargas admisibles que varían aproximadamente entre los 4 y los 5 kp/cm^2.
- Para el Tosco Arenoso se han obtenido cargas admisibles que varían aproximadamente entre los 3 y los 4 kp/cm^2.

4.13.2 Cimentaciones profundas

Los pilotes se han definido de modo que, siempre que se posible, alcancen el sustrato más competente (formaciones terciarias sanas) y se empotren en dicho sustrato la longitud necesaria para alcanzar una determinada tensión de trabajo. El orden de magnitud de estas tensiones es de 30 a 50 kp/cm².

Se consideran adecuados para el diseño de los pilotes, los siguientes rangos de variación normal de las resistencias por punta y por fuste de las distintas unidades geotécnicas:

TABLA 21. Resistencias por fuste y punta en diferentes unidades geotécnicas.

Unidad geotécnica		Resistencia por fuste q_f [t/m²]	Resistencia por punta q_f [t/m²]
AM	Arena de miga	7 - 9	700 - 800
AT	Arena tosquiza	8 - 10	800 - 900
TA	Tosco arenoso	10 - 12	900 - 1000
T	Tosco	12 - 16	1000 – 1100
P_{alt}	Peñuela algo alterada	8 - 12	600 – 800
P	Peñuela dura	14 - 18	800 – 1000
Y	Yesos	15 - 20	1100 - 1200

4.14 TRAZADO GEOMÉTRICO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS

4.14.1 Introducción

El proyecto, de acuerdo con el pliego, se desarrolla entre el final del túnel de conexión con la M-30 (Avda. de Portugal) y el entorno de la Avda. de los Poblados siguiendo el eje de la A5, hacia el oeste.

Se establece el origen de los PP.KK. en la zona oeste del Proyecto, ya que esto permite mantener la orientación norte de los planos y, a la vez, leerlos de izquierda a derecha; además, se facilita la lectura simultánea de planta y perfil longitudinal. La descripción del trazado será en sentido creciente de los PP.KK., avanzando hacia la conexión con el túnel existente en la Avda. de Portugal.

El objetivo principal del proyecto es mejorar las condiciones de movilidad y de calidad del aire en todo el ámbito del acceso suroeste a la ciudad de Madrid, como extensión natural de Madrid Río. El soterramiento de la A-5 mejorará las condiciones de tráfico de entrada a Madrid, pero también resolverá la conectividad transversal, superando el efecto “barrera” actual.

En la actualidad la A-5, en este tramo, tiene una IMD de unos 80.000 vehículos. La propuesta del túnel es de 3 carriles por sentido, de los cuales uno de ellos será carril BUS/VAO y un carril por sentido en el vial parque, reduciendo la circulación en superficie en un 90%. Se ha ajustado al máximo la traza del túnel asegurando una montera de 1,5 m para plantaciones, de manera que podrá ser construido con un método *“Cut and Cover”*. A lo largo del tramo se han previsto cinco accesos del túnel a la superficie, que coinciden con los enlaces diseñados.

Para su desarrollo, podemos hablar de dos proyectos estrechamente relacionados:

- La parte del proyecto relativo al túnel.
- La parte del proyecto correspondiente a la vialidad de superficie.

4.14.2 Condicionantes

La actuación se desarrolla en un entorno urbano muy consolidado sin apenas espacio en las márgenes, siendo éste el principal condicionante de la actuación.

Además, se han tenido en cuenta los siguientes condicionantes:

- Planeamiento: el planeamiento vigente, descrito en detalle en el anejo 4, establece una reserva viaria en el ámbito de la actuación; que sirve como punto de partida para establecer los límites de la actuación la premisa inicial en el encaje geométrico ha sido respetar, dentro de lo posible, dicha franja.

  Se establece una distancia mínima de 3 metros entre borde exterior de la pantalla del túnel y fachada con el fin de garantizar un espacio mínimo para la ejecución de las obras. Especialmente,

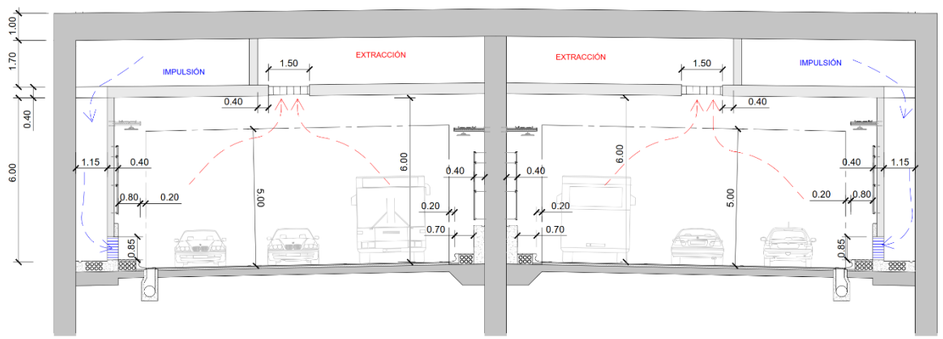
el trazado en planta, se ha realizado un encaje muy ajustado en el entorno del cruce con la línea 6 de metro donde, en la margen norte hay una marquesina de la gasolinera y en la sur una vivienda muy cercana al nuevo trazado. En el anejo 5 se incluye el inventario de edificios próximos a la traza.

- Estudios de movilidad (con simulaciones: macro/micro), para determinar el número y la ubicación de las rampas de acceso al túnel, respondiendo a las necesidades del tráfico y a la disponibilidad de espacio.

  Para optimizar la propuesta de la nueva vialidad en superficie es necesario determinar las nuevas necesidades de transporte público en el nuevo escenario y analizar el funcionamiento de las actuales intersecciones para poder así definir los movimientos futuros.

- Instalaciones del túnel: en particular, la ventilación transversal, ha supuesto un importante condicionante para el diseño del túnel, ya que es necesario disponer de unas cámaras para la impulsión y extracción del aire con una altura media de 1, 70m a lo largo de todo el techo del túnel, afectando directamente al gálibo total de la estructura y por lo tanto a la rasante del mismo.

  Adosado a las pantallas laterales, se dispondrá de unas cámaras para la entrada de aire fresco con una anchura de 1,15m, haciendo que la sección transversal sea de 32,30 m entre caras exteriores de pantallas.



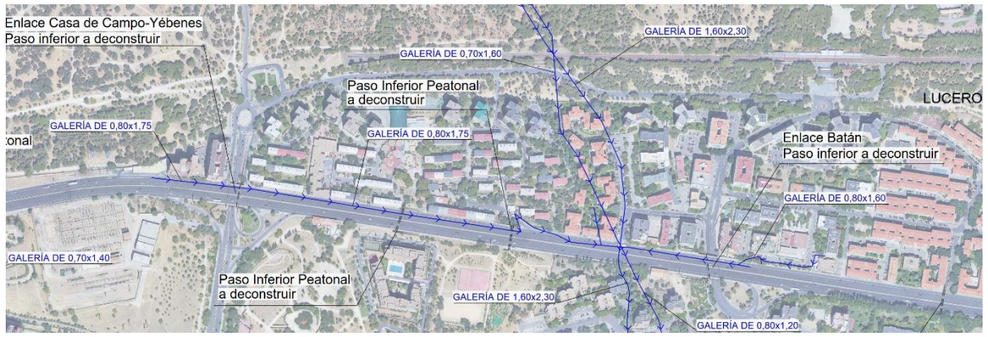
Sección característica con la ventilación

Además de las instalaciones longitudinales de ventilación, a lo largo del tramo se disponen tres salas técnicas situadas, la primera de ellas sobre el túnel (aproximadamente en el P.K. 1+075), y adosada a los lados del túnel las otras dos (PP.KK. 2+330 y 3+700, aproximadamente), siendo un condicionante para el alzado la primera de ellas y para el encaje en planta las otras dos.

Por otro lado, el túnel cuenta con salidas de emergencia situadas cada 200 m aproximadamente, lo que obliga a definir ubicaciones que, además de cumplir la equidistancia sean viables desde el punto de vista de la ocupación.

- SSAA: en el anejo nº12 se describen las redes de servicios existentes en el ámbito de proyecto: alcantarillado, saneamiento, abastecimiento, líneas de metro, red eléctrica, gas, telecomunicaciones, alumbrado…etc. A todas estas redes, hay que añadir la existencia de una galería de servicio que discurre longitudinalmente por la calzada sur de la A5 e interfiere con la actuación prevista entre los PP.KK. 1+200 y 3+500 aproximadamente.

A continuación, se describen las que han supuesto mayores restricciones a la hora de definir el trazado.



Red de galerías condicionantes para la ubicación de la pantalla norte

- La red de saneamiento, entre el enlace Casa de Campo-C/Yebenes y el Enlace Batán, discurre en galería por el lado norte de la A5 siendo éste un condicionante para la ubicación de la pantalla norte. La solución de mover el trazado hacia el sur, tratando de evitar su afectación, se descarta por problemas de ocupación.

- La presencia de la subestación eléctrica obliga a reproducir en planta el trazado actual de la A-5 con una curva de 500 m de radio que no se puede ampliar por los problemas de ocupación que generaría.

- La existencia de la línea 5 de Metro (P.K. 0+975) supone un fuerte condicionante al alzado de la futura prolongación del túnel, ya que como en esa zona el metro discurre cerca de la superficie (2,50 m) no se puede deprimir la futura rasante hasta que se ha pasado el cruce con la línea de metro. Si bien en este Proyecto no se incluye dicho cruce, la rasante está diseñada para ser compatible con una futura prolongación que sí que deberá cruzar bajo la Línea 5.

- Fases constructivas: en el diseño de la solución final ha sido imprescindible la definición de las fases constructivas para asegurar el correcto funcionamiento del tráfico durante la ejecución de

las obras (2+2 carriles) y así como asegurar la disponibilidad de espacio para la ejecución de las mismas.

- Normativa: el tramo objeto del proyecto está calificado como urbano en su totalidad y la vía actual (A-5) es de titularidad municipal. Si bien no es de aplicación la norma 3.1-IC de trazado, dada la singularidad de las características del tramo proyectado de la A-5, si se ha tenido en cuenta en el diseño del trazado del tronco del túnel.

  En el desarrollo del proyecto se ha tenido en cuenta `principalmente, los criterios contenidos en el manual: "Carreteras urbanas. Recomendaciones para su planeamiento y proyecto" del MOPT y la "Instrucción de diseño de la vía pública", del Ayuntamiento de Madrid. Dicha instrucción en su apartado 2.3.2. "Vías urbanas y distritales", en base a las características del tramo en proyecto, la califica como AVU-80, también según el manual "Carreteras Urbanas" del MOPT, y en base a estas instrucciones y recomendaciones se ha desarrollado el trazado.

- Balance de tierras: aunque el tramo será lógicamente excedentario, el criterio en alzado ha sido definir la rasante lo más arriba posible, teniendo en cuenta las instalaciones de ventilación y el recubrimiento necesario, minimizando así el volumen de excavación y el coste de las pantallas.

  En total hay un volumen de excavación de 1.493.548 m^3 y 563.902 m^3 de rellenos, con un excedente de tierras de 929.646 m3.

4.14.3 Criterios de diseño

Para el diseño del tronco del soterramiento de la A-5 se ha considerado Velocidad de proyecto (Vp) igual a 70 km/h. Por lo tanto, a efectos de consulta de la Norma 3.1-IC, se ha asimilado el tronco a una carretera del Grupo 3 (C70).

En la tabla que se incluye a continuación se recogen los valores de los parámetros que presenta el eje de trazado del tronco (eje 1 y eje 4).

R máx. (m)	R mín. (m)	L Recta máx. (m)	L Recta mín. (m)	i máx. (%)	i mín. (%)	i máx. (%) Túnel	i mín. (%) Túnel	K mín. Convexo	KV min. Cóncavo
5000	500	982,234	60,228	7,6	0,2 (*)	6,5 (**)	0,7	2000	2500

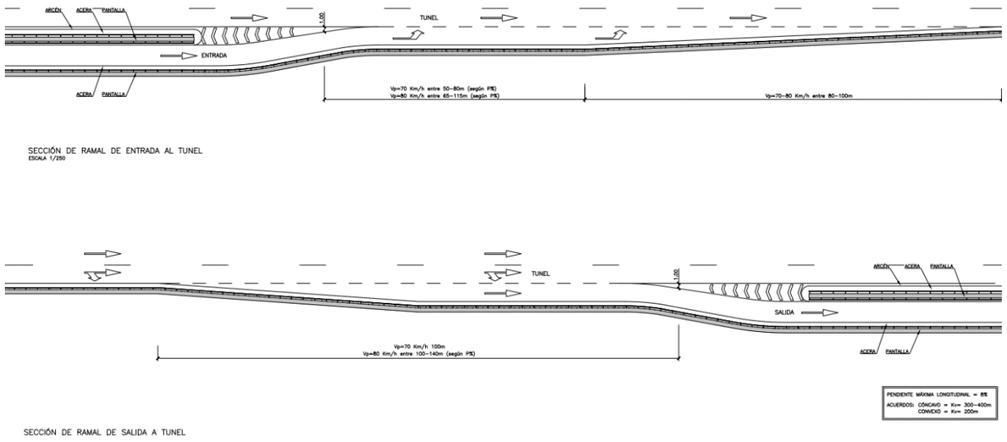
(*) Inclinación dada por la actual A-5 en la conexión al inicio del tramo

(**) Inclinación dada por el actual túnel de Avda. de Portugal en la conexión al final del tramo

Para el diseño y cálculo de las longitudes de los carriles de cambio de velocidad, para los ramales de entrada o salida, se ha considerado una velocidad de 70 km/h para el tronco y una velocidad de 40 km/h para los ramales, tanto de entrada como de salida.

Para el diseño del trazado de los ramales se han contemplado, siempre que las restricciones de espacio lo permitan, los siguientes parámetros:

- Inclinación máxima de la rasante: i= 8%
- Acuerdo vertical convexo mínimo: Kv= 250
- Acuerdo vertical cóncavo mínimo: Kv= 760
- Radio mínimo de las curvas circulares: R= 30 m.
- Peralte máximo P= 5%.



Carriles cambio de velocidad

Todos estos parámetros, son perfectamente compatibles con los "Criterios Generales de Planificación y diseño de la vía pública" del Ayuntamiento de Madrid.

4.14.3.1 Descripción de la solución propuesta

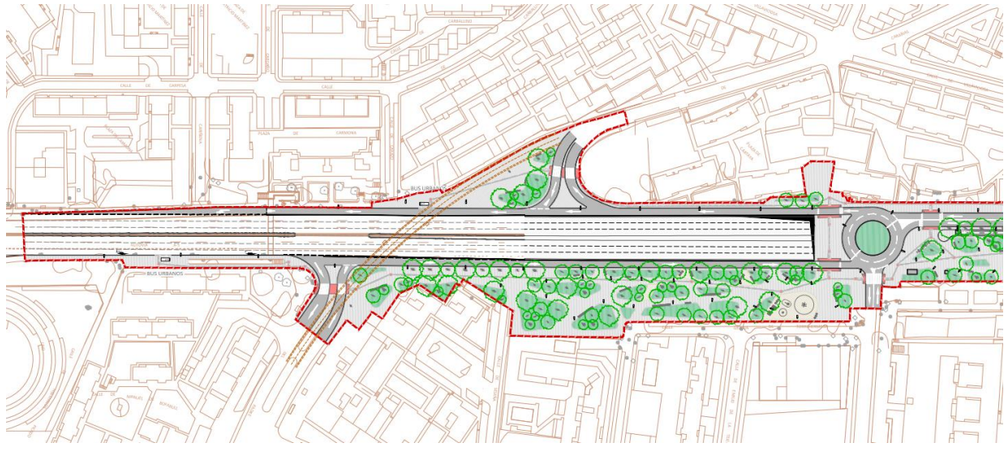
4.14.3.1.1 Túnel

— **Planta**

Puesto que el proyecto se enmarca en un ámbito urbano muy consolidado, el trazado proyectado del nuevo tronco se encaja en el corredor que marca la A-5 actual, de tal modo, que la sección transversal del soterramiento de la A-5 quede ajustada dentro del espacio que marcan las edificaciones aledañas al trazado.

La actuación se inicia en el entorno de la Avenida del Padre Piquer (al sur de la A-5) y la calle Carabias (al norte de la A-5), concretamente P.K. 0+780. En este entorno se ha ajustado el trazado del tronco y la boca

del túnel que queden comprendido en la faja de espacio que existe entre las viviendas y las aceras del costado norte y los espacios verdes que hay al sur de la actual calzada de la A-5.



Vista general del inicio del tramo.

El diseño del trazado

Seguidamente, hasta el Enlace Casa de Campo – C/ Yébenes el trazado en planta es prácticamente igual al de la actual A5 ligeramente desplazado hacia el sur siguiendo una recta de 760 m de longitud aproximada que llega hasta la subestación transformadora “ST Ventas de Alcorcón”, zona en la que el trazado gira a la derecha como consecuencia de la subestación con una alineación circular de radio R= 500 m.

Es a partir de este punto, una vez pasada la subestación y hasta prácticamente el final del tramo, en torno al P.K. 3+200, donde el trazado se desplaza hacia el sur con el fin de ganar espacio en el lado norte separándose de las fachadas una distancia mínima de 3 m necesarios para la ejecución de la pantalla.

En este sector, el trazado presenta dos rectas enlazadas mediante una curva de radio R= 5.000 m que permite girar ligeramente hacia la izquierda al tronco para ir recuperando paulatinamente la posición centrada del eje actual.

A continuación de estas dos rectas pasada la intersección con el Paseo de Extremadura, el trazado gira hacia el noreste con una curva de 600 m de radio y el eje recupera de nuevo una situación en planta similar a la actual hasta conectar con el túnel existente.

— Alzado

La idea general del alzado es definir una rasante paralela al terreno (actual A5), lo más alta posible, bajando en aquellos puntos en los que los condicionantes anteriormente expuestos así lo exijan.

En alzado, la rasante desciende con una pendiente del 7,6 % hacia la boca de entrada al túnel, que se dispone después de la Avenida del Padre Piquer y antes del cruce con la carretera de. El inicio de la rampa de acceso al túnel que alcanza el punto de cruce con la línea 5 de Metro.

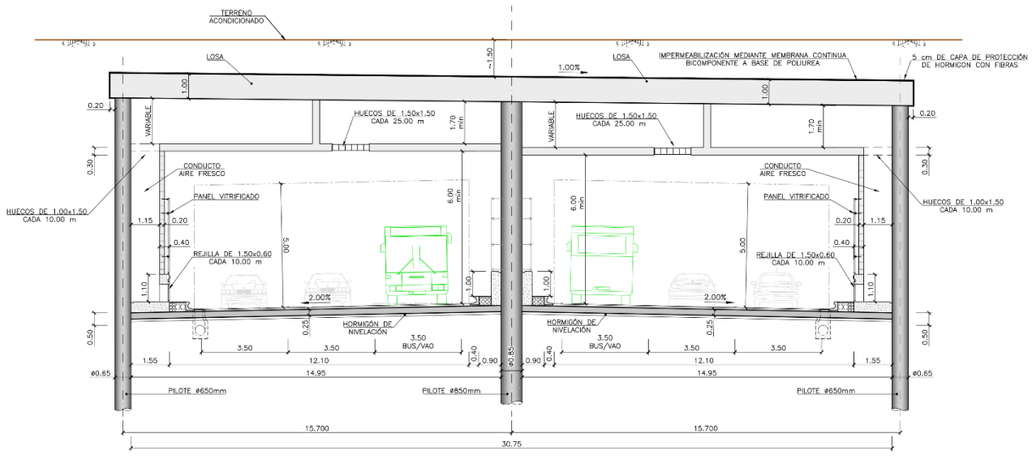
A partir de este punto la rasante desciende con una pendiente del 0,3 %, casi paralela al terreno, hasta el P.K. 1+400 aproximadamente seguida de una pendiente del 0,3 % en la zona de la subestación. A continuación, la pendiente se acentúa más para seguir descendiendo con un 4,5 %, en paralelo con el terreno y enlaza con una pendiente suave del 0,9%, a la altura del Enlace con Batán, que continúa hasta el P.K. 2+800 aproximadamente. Se genera en este entorno el único punto bajo del perfil longitudinal.

Desde este punto, la rasante sube primero con una rampa del 2,25% seguida de otra rampa más suave de 0,75%, cruzando sobradamente sobre la línea 6 de Metro. La rasante asciende hasta pasado el enlace Parque de atracciones y a partir de este punto, se proyecta un acuerdo vertical convexo que permita la conexión con el túnel existente, con una pendiente actual descendiente del 6,50%.

— Sección tipo

La sección tipo para el tramo en túnel está compuesta por los siguientes elementos:

- Dos calzadas con tres carriles de 3,50 m
- Arcenes interiores de 0,30 m de ancho.
- Arcenes exteriores de anchura igual a 0,30 m.
- Acera interior de 0, 70 m
- Acera exterior de 0,80 m



Sección tipo túnel. tronco.

En la sección del túnel se ha considerado una zona de 6,00 m de luz vertical, de tal modo que se reservan 5,00 m de galibo vertical libres de obstáculos para la circulación de los vehículos. El metro superior de la sección queda para la disposición de los elementos de señalización luminosa de destinos, paneles de señalización variable, señales luminosas: aspa/flecha, etc.

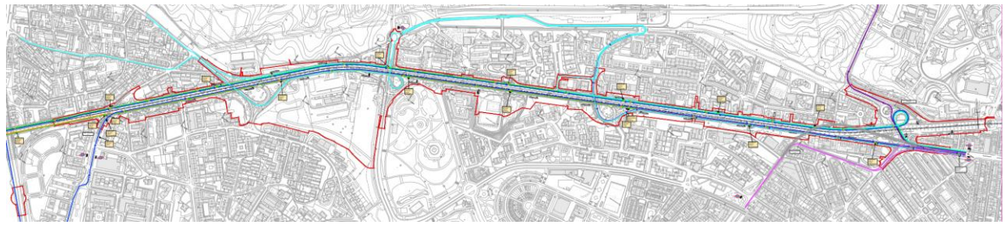
La sección final del túnel se diseña con tres carriles en el lado sur en la conexión con el túnel actual (actualmente tiente cuatro carriles), facilitando así el proceso constructivo de la pantalla sur. La apertura al cuarto carril se realizará dentro del túnel actúa, una vez pasada la boca actual. Por ajustes del trazado es necesario rebajar la rasante, en los primeros 40 m del túnel actual de 40 cm a "0".

— Situación actual

Actualmente el trazado de la A5 cuenta con seis carriles en la práctica totalidad del tramo, con el carril derecho compartido con el Bus y solo se pueden cruzar los vehículos únicamente en los siguientes pasos inferiores: Carretera de Boadilla, Calle Yébenes, Calle de Villamanin y Paseo Extremadura, es decir un paso cada 800 metros.

A estos cruces vehiculares hay que añadir el cruce peatonal y ciclista del anillo verde, que actualmente cruza la A5 mediante una pasarela, y una serie de pasos peatonales (11) inferiores a lo largo del tramo.

Longitudinalmente, tampoco es un eje transitable, no hay continuidad y es imposible conectarse siguiendo este eje.



Planta general. Situación actual

— Solución Propuesta

Los cruces/enlaces que actualmente son a distinto nivel y pasarán a ser cruces transversales a nivel y se reordenará toda el área de influencia de los actuales enlaces. Los enlaces propuestos son resultado del estudio pormenorizado realizado de la movilidad en conjunto del tramo y ámbito de influencia siendo de especial importancia la interrelación que presenta la movilidad de los enlaces Avenida de los Poblados y Aluche - Campamento (Ctra. De Boadilla).

En el tramo de proyecto se han contemplado los siguientes enlaces a nivel:

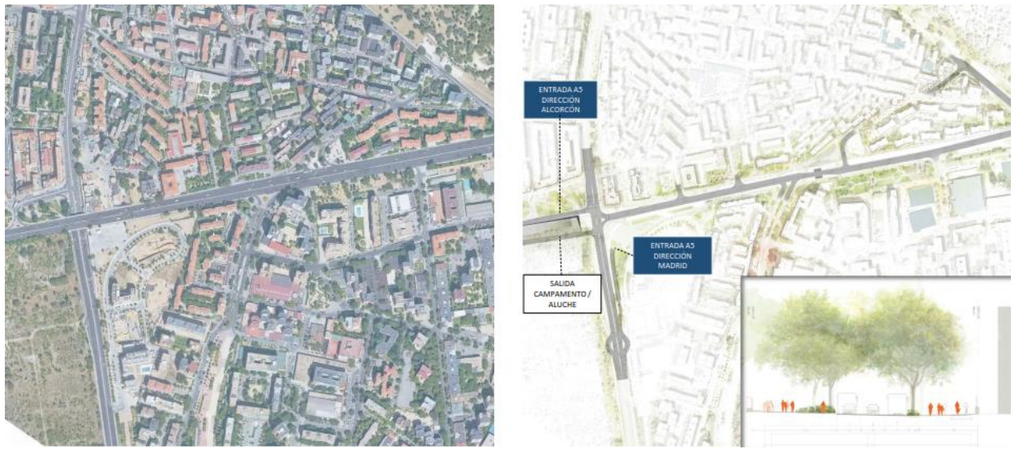
- Enlace Aluche - Campamento
- Enlace Casa de Campo - Calle los Yébenes
- Enlace Batán
- Enlace Parque de Atracciones - Paseo de Extremadura

La vialidad en superficie gira en torno a la remodelación de los cinco enlaces descrito, que se resuelven todos a nivel.

El diseño de la vialidad se completa con un eje longitudinal a lo largo de todo el tramo en el que se diferencian dos zonas: una primera zona, comprendida entre la Avda de los Poblados y la carretera de Boadilla, se genera un entorno de intercambiador de transporte en superficie "Padre Piquer" donde se dispondrán unos viales con 2+1 carriles cambiando a sección 1+2 carriles únicamente en el cruce con L5, para facilitar el tráfico de autobuses y el intercambio modal.A partir de este punto el vial en superficie continúa hasta el final del tramo con un carril por sentido.

— Aluche – Campamento:

En la actualidad en este punto hay dispuesto un enlace que conecta con la carretera M-502 de tipo trompeta. En enlace permite todos los movimientos de entrada y salida para ambas calzadas de la A-5, con la particularidad de realizar la incorporación a la calzada sentido Alcorcón a través de la calle Carabias. Además, este enlace se conecta con la calle Seseña, situada en la margen sur de la A-5.



Situación actual y futura del enlace Avda. de los Poblados y Aluche-Campamento

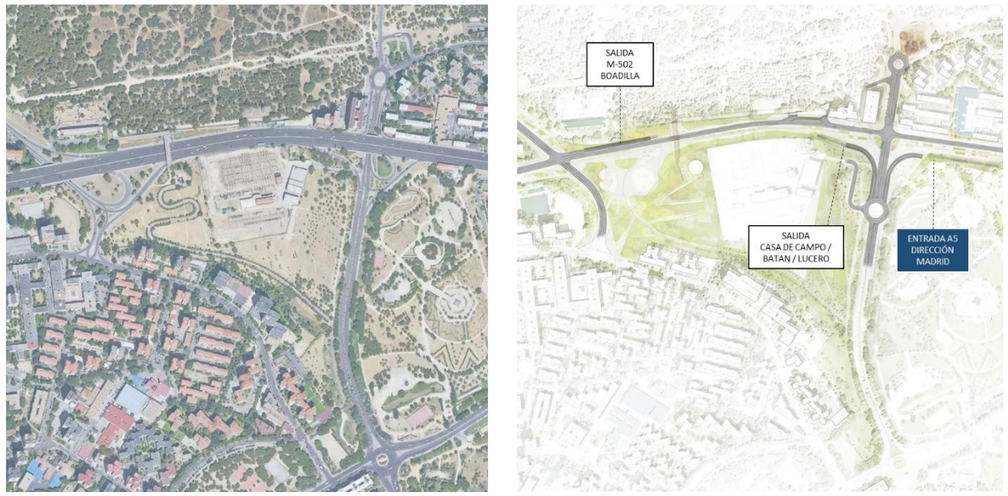
Puesto que el estudio de las conexiones de este enlace está interrelacionado con la movilidad en la Avenida de los Poblados, el diseño de estos dos enlaces presenta unas conexiones con el tronco de la A-5 soterrada que se complementan entre sí., junto con el Enlace de Los Yébenes.

En este nudo se ha diseñado una rampa de salida desde el túnel, calzada sentido Alcorcón, que permite la conexión con la carretera M-502.

— Casa de Campo – C/ Los Yébenes

Actualmente en este enlace se pueden realizar todos los movimientos de entrada-salida hacia y desde la A5.

La solución propuesta únicamente incluye conexiones con el túnel sur, en su calzada sentido Madrid Centro, esto es, se diseñan los ramales de salida y entrada que conectan el túnel y la vialidad de superficie en la calle Los Yébenes.



Situación actual y futura enlace en los Yébenes y Boadilla.

En cuanto a los viales de superficie, se mantiene la conexión transversal (eje32) entre las calles Los Yébenes (situada en el costado sur del túnel) y la calle San Manuel (en el costado norte) . La reposición en alzado recupera la cota original de la ciudad rellenando el actual enlace.

— Batán

En este punto, no se plantean conexiones al túnel y únicamente se realiza el ajuste de la vialidad existente a la nueva situación, en la que se conecta la calle Villamarín (situada en el costado norte) con la calle Carlina (situada en el costado sur) cruzando sobre el túnel de la A-5 soterrada.

La remodelación de este enlace permitirá recuperar cota en la calle Villlagarcía que actualmente está confinada entre muros en una sección de trinchera.

Situación actual y futura del enlace de Batán

— Parque de atracciones – Paseo de Extremadura

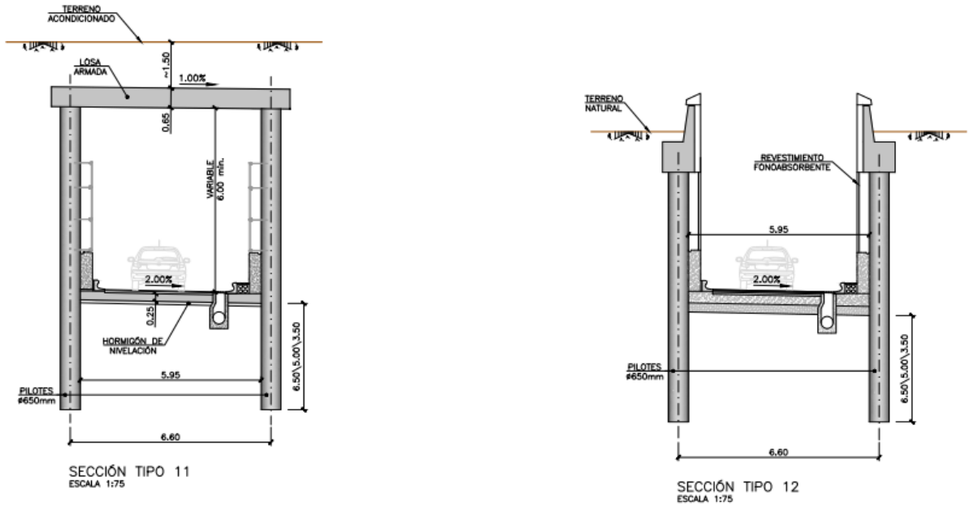
En este nudo se reorganiza la vialidad en superficie, de modo que se mantiene la conexión entre ambas márgenes del túnel cruzando sobre este. También se reordena la conexión entre las calles de la Huerta de Castañeda y el Pase de Extremadura.

Situación actual y futura del enlace Parque de Atracciones – Paseo de Extremadura

En este nudo, se dispone la conexión de entrada al túnel sentido Alcorcón, completando así los movimientos de la margen norte.

— Secciones tipo

Para el caso de los ramales de entrada al túnel o salida desde el túnel, se ha diseñado una sección tipo formada por un carril de 4,00 m de ancho y dos aceras, la izquierda de 0,40 m y la derecha de 0,75 m de ancho.

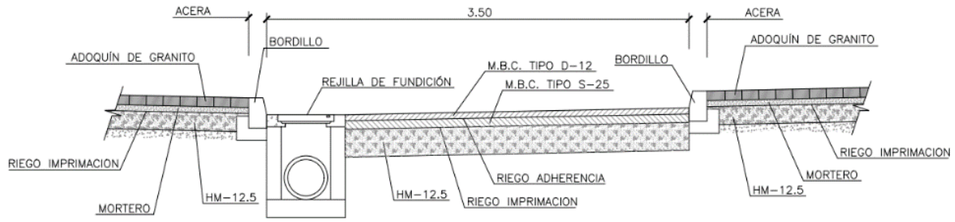


Secciones Tipo Para Ramal En Túnel Y Entre Pantallas.

Para analizar la posible necesidad de sobreanchos en las curvas de los ramales, especialmente en las secciones que discurren entre muros o en túnel, se ha realizado el estudio de las trayectorias que describiría el vehículo patrón (de acuerdo con la Norma 3.1-IC).

En esto caso se han estudiado la trayectoria para un autobús rígido y un autobús articulado. De la comparación de ambas ha resultado que la más desfavorable es la correspondiente al autobús rígido. Por tanto, los sobreanchos necesarios se han diseñado para un autobús rígido (de acuerdo con las características que se indican en la Norma 3.1-IC, en su anexo 3, tabla A3.1 y figura A3.2).

Para los viales bidireccionales de dos carriles, se ha considerado una calzada con dos carriles de 3,50 m de ancho, disponiendo la calzada con bombeo.

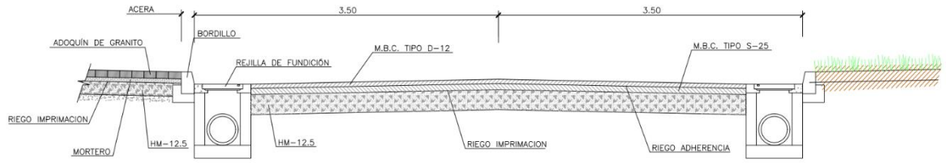


Sección Tipo Para Vial Bidireccional

Para los viales que reponen la Avenida de los Poblados, la calle de los Yébenes, la calle Villamarín y la calle Doctor Blanco Nájera se diseñan viales con bidireccionales con dos carriles de 3,50 m de ancho por sentido.

Las secciones tipo consideradas para los viales de superficie se han diseñado de acuerdo con la "Instrucción de diseño de la vía Pública" del Ayuntamiento de Madrid.

En el caso de los viales unidireccionales (sentido único) se ha diseñado una calzada formada por carriles de 3,50 m de ancho, teniendo la calzada una pendiente transversal del 2%.



Sección Tipo Para Vial Unidireccional

En el caso de los viales unidireccionales (sentido único) se ha diseñado una calzada formada por carriles de 3,50 m de ancho, teniendo la calzada una pendiente transversal del 2%.

4.14.3.2 Estudio de visibilidad y distancia de parada

Se ha analizado la visibilidad de parada, de acuerdo con lo indicado en la Norma 3.1-IC, para el túnel (eje 1). Con este fin se han realizado los siguientes cuatro estudios de visibilidad:

- Eje 1, sentido directo. Carril exterior.
- Eje 1, sentido directo. Carril interior.
- Eje 1, sentido inverso. Carril exterior.
- Eje 1, sentido inverso. Carril interior.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los estudios de visibilidad realizado, se han obtenido las siguientes dos zonas con una distancia de visibilidad inferior a la distancia de parada exigida:

Calzada Derecha / Sentido Inverso / Sentido Salida Madrid				
P.K. Inicio	P.K. Final	Longitud (m)	Carril	Causa
1+710	1+770	60	Interior	Barreras Visuales / Panel Vitrificado

Para el tramo comprendido entre los PP.KK. 1+710 y 1+770 (curva hacia la derecha, según avance de los PP.KK., de radio R= 500 m dispuesta en la zona de la subestación eléctrica previa al enlace Los Yébenes), se aplica el criterio manejado por la Subdirección General de Proyectos, de la Dirección General de Carreteras, según el cual si se detectan tramos con visibilidad de parada reducida debido a los sistemas de contención de vehículos, señalización vertical, pilas o estribos, etc., entonces se deberá realizar adicionalmente un segundo estudio de visibilidad con las siguientes condiciones para el observador y el obstáculo o referencia a divisar:

- Obstáculo de altura igual a 0,50 m y situado a 1,00 m del borde izquierdo del carril interior.
- Observador de altura igual a 1,10 m y situado a 1,50 m del borde izquierdo del carril interior.

Si bajo estas condiciones se satisface la distancia de parada se considera que existe visibilidad de parada.

En este segundo estudio se tiene que el tramo entre el P.K. 1+710 y el 1+770 no presenta una visibilidad de parada reducida.

Por lo tanto, se concluye que no existen tramos en los que no se disponga de una visibilidad tal que no verifique la distancia de parada.

4.15 FIRMES Y PAVIMENTOS

En el Anejo Nº 9 se recogen las soluciones propuestas para el firme de las diferentes vías que compondrán el proyecto.

Teniendo en cuenta que el tráfico esperado en la zona del soterramiento es T1 (según la norma 6.1 IC) con una IMD próxima a los 40.000 vehículos y de entre 30.000 y 1.000 en el cubrimiento de la A5 y calles colindantes, se establece, según la Normalización de Elementos constructivos del Excmo. Ayuntamiento de Madrid, que la categoría de tráfico en el tronco de la actuación (soterramiento de la A5) será tráfico pesado (Categoría A), mientras que, en el resto de las vías en las que se actúa (cubrimiento de la A5 y calles colindantes afectadas, se establece una categoría de tráfico medio (Categoría B).

Las secciones propuestas para los distintos elementos son las descritas a continuación:

TUNEL (SOTERRAMIENTO A-5)

La sección del firme propuesto en la zona soterrada (túnel) el firme estará compuesto por las siguientes capas:

- 30 cm de hormigón armado (losa estructural) HA-30
- Riego Curado C60 B3 CUR
- Riego de adherencia C60 B3 ADH
- 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 bin BC 50/70 S.
- Riego de adherencia C60 BP3 ADH
- 3 cm de mezcla bituminosa en caliente discontinua tipo BBTM 11 B PMB 45/80-60

Esta sección guarda relación con la propuesta en el tramo precedente de la A5, actualmente soterrado, y en el resto de los tramos de la M-30 que discurren en túnel, así con las recomendaciones del Ayuntamiento de Madrid, que indican que la capa de rodadura de la sección deberá ser una mezcla discontinua como la indicada en la sección propuesta.

En la rampa de acceso al túnel donde no se proyecta la construcción de una losa estructural de hormigón armado (P.K. 0+310 a P.K. 0+588 aproximadamente) se propone la siguiente sección:

- 28 cm de hormigón H-20
- Riego Curado C60 B3 CUR
- Riego de adherencia C60 B3 ADH
- 9 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 bin BC 50/70 S.
- Riego de adherencia C60 BP3 ADH
- 3 cm de mezcla bituminosa en caliente discontinua tipo BBTM 11 B PMB 45/80-60

COBERTURA A-5 Y CALLES

La sección propuesta para las calles que discurrirán sobre el futuro soterramiento de la A5 es la siguiente:

- 25cm de hormigón H-20
- Riego Curado C60 B3 CUR
- Riego de adherencia C60 B3 ADH
- 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 bin BC 50/70 S.
- Riego de adherencia C60 BP3 ADH
- 3 cm de mezcla bituminosa en caliente discontinua tipo BBTM 11 B PMB 45/80-60

PAVIMENTOS PEATONALES

Para las zonas peatonales se proponen dos tipos de firme, según corresponda en línea con el proyecto de urbanización de cada zona. Las secciones propuestas, están en consonancia con las propuestas en la Normalización de Elementos Constructivos del Ayuntamiento de Madrid.

Opción con mezcla bituminosa:

- 15 cm de base de Hormigón tipo H-20.
- Riego Curado C60 B3 CUR
- Riego de adherencia C60 BP3 ADH
- 2 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo microaglomerado con áridos porfídicos.

Opción con adoquines.

- 15 cm de base de Hormigón tipo H-20.
- Riego Curado C60 B3 CUR
- Riego de adherencia C60 BP3 ADH
- 5 cm de cama de mortero de nivelación
- 8 cm de adoquín de granito.

DESVÍOS PROVISIONALES

Durante la ejecución de las obras, será necesario acometer diferentes desvíos de tráfico que aseguren la circulación de los vehículos en la zona. En este sentido la mayoría de los desvíos se hacen sobre viales existentes y por lo tanto no es necesario definir una sección para los mismo. No obstante, en aquellas zonas en las que sea necesaria la construcción de una nueva sección, está será como sigue:

- 25 cm Zahorra Artificial.
- Riego imprimación C60 B3 IMP
- 5 cm AC 22 bin BC 50/70 S.
- Riego de adherencia C60 B3 ADH
- 5 cm AC 16 bin BC 50/70 D.

4.16 DRENAJE

El Anejo Nº 10 tiene como objeto la definición de la red de drenaje asociada a la obra integral proyectada.

Para determinar el caudal de cálculo a evacuar por la red de drenaje a proyectar, se parte del cálculo de intensidades recogido en el Anejo de Climatología e Hidrología, y se determina en este documento las superficies de aportación de las rampas de acceso/salida del túnel proyectado.

Para el diseño de la red de drenaje a proyectar, se tendrá en cuenta la prescripción del Ayuntamiento de Madrid, las Normas para las Redes de Saneamiento del Canal de Isabel II y la Norma 5.2.-IC “Drenaje Superficial” del Ministerio de Fomento.

El principal condicionante a tener en cuenta, es que la obra se enmarca dentro del tejido urbano de la ciudad, debiendo evacuar el caudal recogido por la red de drenaje a proyectar a la red de saneamiento existente y/o repuesta.

4.16.1 Hidrología y caudales de diseño

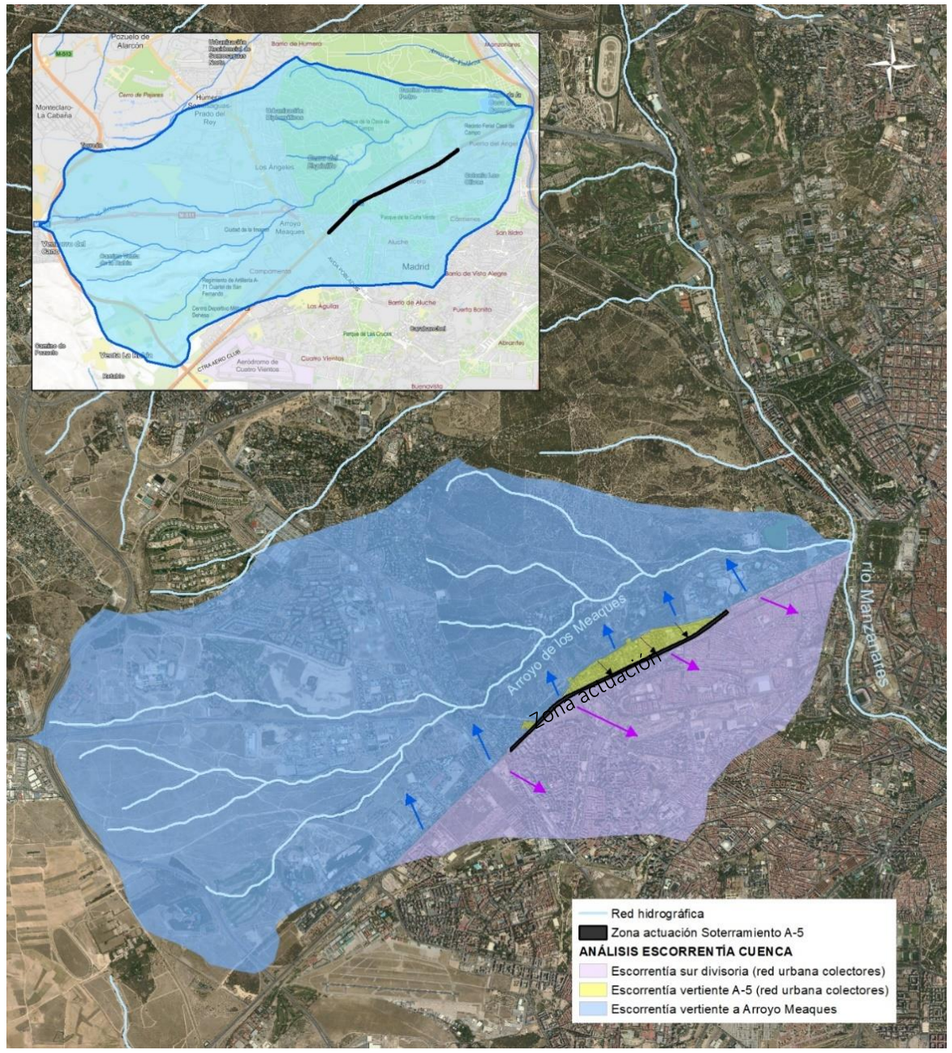
Como se explicaba anteriormente, el proyecto se ubica dentro de la cuenca natural del Arroyo de los Meaques, perteneciente a la Cuenca del Tajo, y cuya delimitación se incluye en el límite de cuenca obtenida del portal de datos abiertos de la Comunidad de Madrid. Se trata de un arroyo de nivel 4 dentro de la cuenca del Tajo, con una superficie vertiente de 34,1 km^2.

No obstante, como puede observarse en la figura siguiente, la divisoria de la cuenca se ha ajustado considerando el modelo digital de elevación de la zona y la topografía de proyecto, teniendo en cuenta de esta forma la transformación urbana del ámbito y de las vertientes y áreas de escorrentía.

Se observa que la actuación se ubica prácticamente sobre la divisoria de cuenca, por lo que ésta no interceptará ningún cauce ni se precisarán obras de drenaje transversal que den continuidad a cursos de agua atravesados por la traza. Así mismo la actuación se localiza dentro de la zona urbana del municipio de Madrid y sobre una infraestructura existente, donde ya existe una red de pluviales y saneamiento para la conducción de la escorrentía de la ciudad.

El proyecto consiste mayoritariamente en la ejecución del soterramiento de un tramo de la carretera A-5, con la gestión de la escorrentía superficial ya integrada en la red de pluviales municipal. Es por ello que, respecto al drenaje transversal, no se incluye ninguna cuenca ni será preceptivo su estudio, quedando el objeto de esta parte del documento reducido al cálculo de la curva IDF de la zona con el objetivo de poder dimensionar los elementos de drenaje longitudinal necesarios en fases posteriores.

A continuación, se presenta, en forma de figura, la ubicación de la zona de actuación respecto a la cuenca natural del Arroyo de los Meaques así como el detalle de ajuste de su divisoria y áreas vertientes de escorrentía teniendo en cuenta la topografía actual y los efectos de la transformación urbana del ámbito.



Zona de actuación y análisis de escorrentía de cuenca

4.16.2 Bases de diseño

Las bases/criterios definidos para el diseño de la red de drenaje tanto en el interior de los túneles como en la urbanización de superficie, son los siguientes:

- El periodo de retorno adoptado para el dimensionamiento del drenaje en el interior del túnel es de T-50 años, acorde a lo recogido en la Norma 5.2.-IC "Drenaje Superficial", para pasos inferiores con dificultades para desaguar por gravedad.
- El periodo de retorno para el drenaje de la urbanización y viales en superficie será de T-10 años.
- El dimensionamiento de los mismos se realizará en régimen uniforme mediante las formulaciones de Manning, según lo recogido en la Norma 5.2.-IC. de Drenaje Superficial (2016).
- Se tendrá en consideración las prescripciones del Ayuntamiento de Madrid – Pliego de Condiciones Técnicas Generales (1999) y las Normas de Redes de Saneamiento del Canal de Isabel II, versión 3 (2020).

Dada la pequeña magnitud de las cuencas aportantes a los **túneles proyectados**, se considera conveniente para estar del lado de la seguridad, considerar un **tiempo de concentración de 5 minutos**.

En el caso de los **viales y urbanización exterior**, este se ha definido aplicando en su caso el método de cálculo recogido en la Norma 5.2.-IC "Drenaje Superficial", calculando según el método descrito en la misma.

4.16.2.1 Caudales de cálculo en las cuencas

Para el diseño del drenaje en el **interior de los túneles**, se considera un período de retorno para el diseño de la obra de **T-50 años**, acorde a los recogido en la vigente Norma 5.2.-IC "Drenaje Superficial" para pasos inferiores con dificultades para desaguar por gravedad.

Para el diseño de drenaje en los **viales y urbanización exterior**, se considera un periodo de retorno de 10 años.

4.16.3 DRENAJE DEL TÚNEL

El drenaje proyectado consta de los siguientes elementos:

— Caz ∅ 110 mm: Se dispone en la cámara bufa en ambas márgenes de la calzada junto a las pantallas, con objeto de recoger las posibles filtraciones que pudieran producirse. El caz que se dispone en la solera se dispone con igual pendiente que la rasante de la calzada, desaguándose cada 50,0 m aproximadamente a los colectores proyectados junto a las aceras.
Para las tareas de inspección, mantenimiento y posibles reparaciones del caz a situar tras los paneles vitrificados, se dispondrán registros de dimensiones mínimas de 80 x 100 cm, con una separación máxima de 20 m entre ellos.

— Colectores ∅ 400 mms: se disponen longitudinalmente en ambas calzadas y en las rampas de acceso/salida al túnel. Su función principal es la recogida de la escorrentía superficial debida a las aguas de lluvia (en zonas de rampas de acceso/salida al túnel), posibles vertidos ocasionales y recogida de aguas procedente de operaciones de mantenimiento y limpieza, además de las procedentes de posibles infiltraciones.

El colector se dispone con igual pendiente que la cota de rasante.

— Arquetas sumideros/imbornales: Se disponen a una distancia de 25,0 m a borde de calzada junto a la acera y evacuarán el caudal recogido al colector ∅ 400 mm que se dispone longitudinalmente.

Estarán dotados de rejillas de cubrimiento de hierro fundido con grafito esferoidal tipo EN-GJS-500-7 ó EN-GJS-660-3 para clase de carga D-400.

4.16.3.1 Justificación hidráulica

A continuación, se adjunta cuadro con los caudales para T-50 años en el interior del túnel:

EJE	CALZADA SENTIDO	A (m²)	Ce	I (mm/h)	Q tramo (l/s)	Q acumulado (l/s)	Desague por
Tronco/Rampa Túnel	Campamento	1950	1,000	**110,030**	59,60	59,60	Por colector Ø 0,60 m_ a Galería tipo 1 (1,0 x 1,80 m) y conexión red existente
Boadilla/R2/Salida Norte	Campamento	198	1,000	**110,030**	6,05	6,05	Por colector Ø 400 interior túnel a desague colector pk 2+521 "Nuevo Ayo. Meaques (Galería 1,60 x 2,30 m)"
Enl. Parque de Atracciones/ eje 33 R1 T2	Campamento	415	1,000	**110,030**	12,68	12,68	Por colector Ø 400 interior túnel a desague punto bajo 2+952,61 mediante galería tipo 1 (1,0 x 1,80 m) proyectada
Tronco/Rampa Túnel	Centro	1950	1,000	**110,030**	59,60	59,60	Por colector Ø 0,60 m_ a Galería tipo 1 (1,0 x 1,80 m) y conexión red existente
Yébenes/R2/ Salida Sur	Centro	95	1,000	**110,030**	2,90	2,90	Por colector Ø 400 interior túnel
Yébenes/R1/ Entrada Sur	Centro	20	1,000	**110,030**	0,61	0,61	Por colector Ø 400 interior túnel a desague colector pk 2+521 "Nuevo Ayo. Meaques (Galería 1,60 x 2,30 m)"

El caudal máximo que discurrirá longitudinalmente por la red de colectores proyectada, se presenta en la rampa de acceso al túnel en cualquiera de sus calzadas entre los PK´s 1+020 a 1+190, con un caudal acumulado por calzada de 59,60 l/s. En dicho tramo, la pendiente mínima del colector a considerar en los cálculos de suficiencia hidráulica hasta su punto de desagüe será igual al 0,5 %

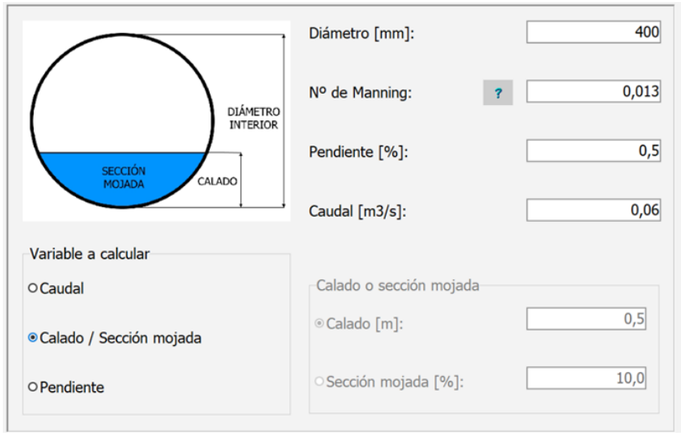
El cálculo de la capacidad del colector se realizará a través de la expresión de Manning y la fórmula de continuidad, cuyas expresiones son las siguientes:

$$V = \frac{1}{n} R_H^{2/3} I^{1/2} \quad Q = V.S.$$

Donde:

- Q = Caudal (m^3/s)
- V = Velocidad (m^2/s)
- S = Superficie de la sección (m^2)
- n = Coeficiente de rugosidad del cauce
- R_H = Radio hidráulico (m)
- I = Pendiente (m/m)

Así, para el tramo de túnel antes indicado, tenemos:



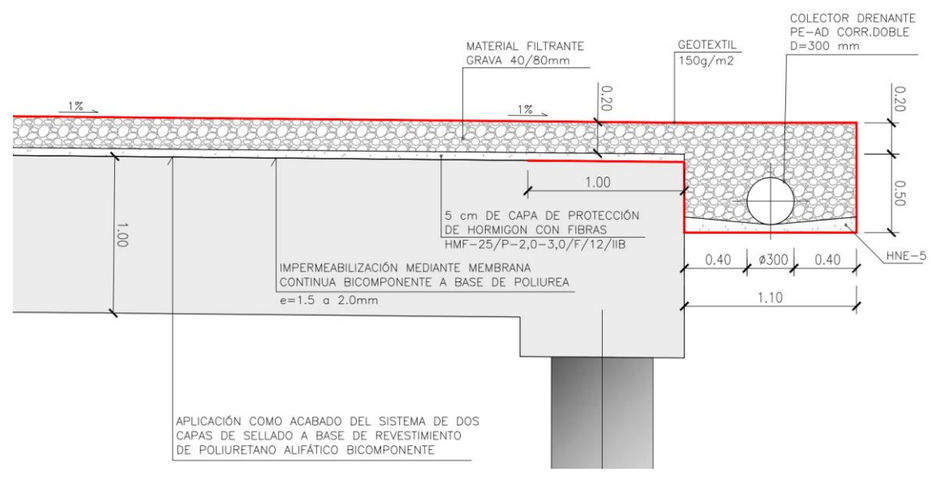
Parámetro	Valor	Unidade
Diámetro	400	mm
Nº Manning	0,013	sm^(-1
Pendiente	0,5	%
Calado	0,178	m
Anchura lámina a(	0,398	m
Sección mojada	0,054	m2
Llenado	42,939	%
Perímetro mojado	0,584	m
Radio hidráulico	0,092	m
Velocidad	1,112	m/s
Caudal	0,06	m3/s
Nº de Froude	0,964	
Calado crítico	0,174	m
Sección llena	0,126	m2
Caudal a sección l	0,147	m3/s
Calado a Qmax	0,375	m
Qmax	0,158	m3/s

Por lo que se comprueba la suficiencia del mismo.

4.16.4 Drenaje cubierta e impermeabilización del túnel

De cara a la impermeabilización de la cubierta de los túneles, se proyecta lo siguiente:

- Impermeabilización mediante membrana continua bicomponente a base de poliurea, de 1,5 – 2,0 mm de espesor.
- Aplicación como acabado del sistema de dos capas de sellado a base de revestimiento de poliuretano asfáltico bicomponente.
- Capa de protección de 5 cm de espesor de hormigón con fibras HMF-25/P-2,0-3,0/F/12/IIB.
- Geotextil de 150 gr/m^2.
- Capa de material filtrante de 20 cm de espesor mediante grava 40/80 mm.

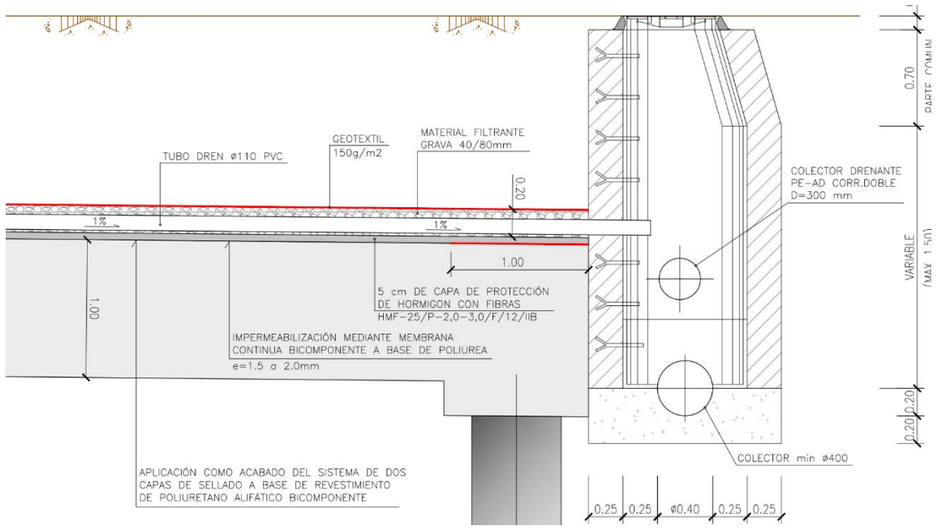


Detalle colector drenante

El caudal aportado por el sistema es recogido por un colector drenante de polietileno de alta densidad de 300 mm que se dispone longitudinalmente a la losa del túnel.

Dicho colector se proyecta habitualmente con una pendiente igual a la de la cubierta del túnel, pudiéndose en algunas circunstancias disponerse a contrarasante de la losa por razones constructivas.

El caudal captado por el colector drenante es desaguado a la red de colectores dispuesta asociado al mismo a través de pozos de registro que se disponen a una distancia aproximada de 50,0 m.



Detalle conexión colector drenante con colector sur

Se dispone también de un tubo dren de 110 mm de diámetro como mejora del sistema de drenaje de la losa de cubierta del túnel, coincidente con la disposición de los pozos de registro del sistema dren – colector proyectado.

4.16.5 Drenaje en urbanización y viales de superficie

El drenaje proyectado consta de los siguientes elementos:

- Arquetas sumideros/imbornales: Se disponen a una distancia de 25,0 m a borde de calzada junto a la acera y evacuarán el caudal recogido al colector ∅ 400 mm que se dispone longitudinalmente.
  Las rejillas de cubrimiento de los sumideros serán de hierro fundido con grafito esferoidal tipo EN-GJS-500-7 ó EN-GJS-660-3 para clase de carga D-400.

- Colector PVC ∅ 315 mms: Se dispone tubo de drenaje de PVC corrugado de doble pared SN-4 como conexión entre las arquetas sumidero y los pozos de registro del colector de recogida de la red de imbornales. La pendiente con la que se disponen estos, es variable en función de la cota de desagüe en los pozos de registro, con un mínimo del 1%.

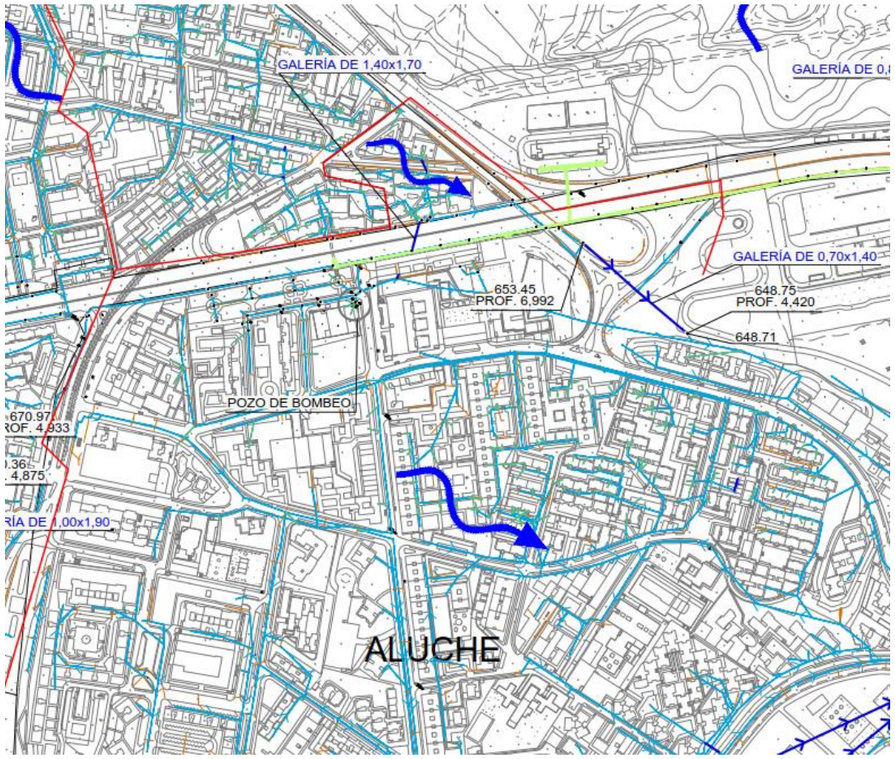
- Colectores ∅ 400 mm y superiores: Se disponen tubo de drenaje de PVC corrugado de doble pared SN-4 longitudinalmente en los viales, hasta su conexión a la red de saneamiento existente, con una pendiente igual a la de la rasante del vial, siendo recomendable disponer los mismos con una pendiente mínima del 1%.

4.16.5.1 Justificación hidráulica

La justificación del sistema se presenta por sectores de drenaje

ÁREA ENLACE BOADILLA

Todo el sector, tal y como se puede observar en la imagen adjunta de la red de saneamiento en situación actual, es drenado a través de una galería de 0,70 x 1,40 m que discurre desde el paso Inferior existente en el actual Enlace de Boadilla en sentido Sur.



Red de saneamiento área Boadilla

La red de drenaje proyectada, mantiene el esquema de drenaje de la zona, reduciendose de manera importante la aportación total de caudal a la red de colectores existentes, dado que con el soterramiento del Paseo de Exremadura la superficie impermeable se reduce pasando de 4 carriles por calzada existentes que se presenta en la situación actual a un viario en superficie sobre el túnel con únicamente 3 carriles totales.

A continuación, se presentan los cálculos de la nueva red de drenaje proyectada, así como la justificación de la suficiencia de ésta:

CALCULO DE CAUDALES MAXIMOS COLECTORES EN VIALES

PERIODO DE RETORNO (AÑOS) 10

Vial	Eje colector	A Km2	i Unita.	Tc h	Tc adop min	I mm/h	C Adim.	k Adim.	Caudal m3/s	Q acum. m3/s
ENLACE BOADILLA										
PK 1+240 a 1+375	Eje 321	0,00338	0,0066	0,170	10,0	58,86	1,0	1,0	0,056	**0,056**
PK 1+375 a 1+420	Eje 322	0,00113	0,0050	0,078	5,0	81,12	1,0	1,0	0,025	**0,075**
EJE 20 Boadilla/R0/Transversal										
PK 0+330 a 0+130	Eje 327	0,00302	0,0200	0,143	10,0	58,56	1,0	1,0	0,049	**0,049**
PK 0+130 a 0+016,21	Eje 328	0,00125	0,0511	0,088	5,0	81,12	1,0	1,0	0,028	**0,028**
PK 0+000 a 0+016,21	Eje 329	0,00053	0,0103	0,037	5,0	81,12	1,0	1,0	0,012	**0,012**
EJE 61 Vial Sup/Enl. Boadilla - Enl. Yebenes										
PK 1+440 a 1+580	Eje 312	0,00159	0,0120	0,156	10,0	58,56	1,0	1,0	0,026	**0,026**
PK 1+615 a 1+580	Eje 338	0,00053	0,0050	0,064	5,0	81,12	1,0	1,0	0,012	**0,012**

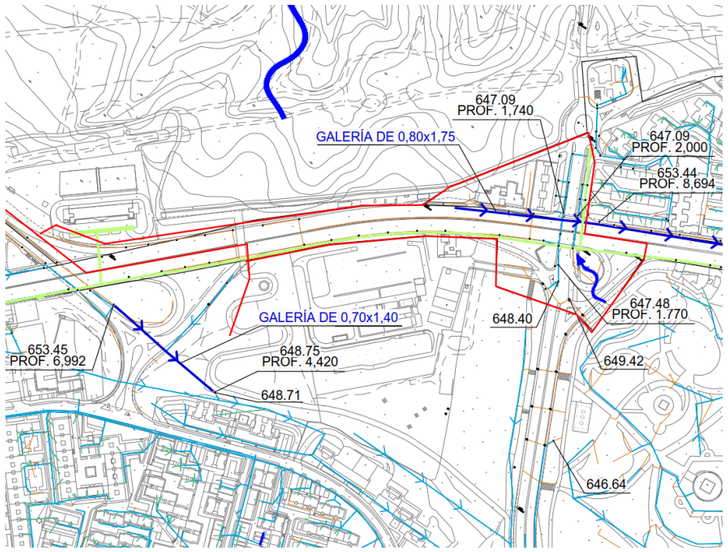
JUSTIFICACIÓN HIDRÁULICA DE COLECTORES DRENAJE VIARIO

PERIODO DE RETORNO (AÑOS) 10

EJE/P.K.	EJE Colector	i Unita.	Caudal m3/s	Q acum. m3/s	Ø mm	Manning n	Calado m	Grado llenado %	Velocidad m/s
ENLACE BOADILLA									
EJE 60 Vial Sup/Avda. Poblados-Boadilla Lado Sur									
PK 1+240 a 1+375	Eje 321	0,0066	0,056	0,056	400	0,013	0,16	36,87	1,21
PK 1+375 a 1+420	Eje 322	0,0050	0,025	0,075	400	0,013	0,20	50,70	1,18
EJE 20 Boadilla/R0/Transversal									
PK 0+330 a 0+130	Eje 327	0,0200	0,049	0,049	400	0,013	0,11	22,45	1,74
PK 0+130 a 0+016,21	Eje 328	0,0511	0,028	0,028	400	0,013	0,07	10,84	2,06
PK 0+000 a 0+016,21	Eje 329	0,0103	0,012	0,012	400	0,013	0,07	10,49	0,91
EJE 61 Vial Sup/Enl. Boadilla - Enl. Yebenes									
PK 1+440 a 1+580	Eje 312	0,0120	0,026	0,026	400	0,013	0,09	17,16	1,21
PK 1+615 a 1+580	Eje 338	0,0050	0,012	0,012	400	0,013	0,08	13,53	0,71

ÁREA ENLACE YÉBENES

Todo el sector, tal y como se puede observar en la imagen adjunta de la red de saneamiento en situación actual, es drenado a través de una galería de 0,70 x 1,40 m que discurre desde por la margen derecha del Paseo de Extremadura (lado Casa de Campo), desde la actual gasolinera de Cepsa hasta el punto bajo existente en el actual paso Inferior, donde se recoge la totalidad del caudal de la red de drenaje actual de la Autovía A-5.



Red de saneamiento área Yébenes

Desde este punto, a través de una galería de 0,80 x 1,75 m el caudal aportado por el drenaje existente se desagua al denominado “Colector Ayo. Meaques (viejo)”.

Dado que no se procederá a la reposición del tramo de galería de 0,80 x 0,75 m, para el drenaje del viario en superficie, se proyectará colector de diámetro 400 mm que tendrá continuidad bajo el viario proyectado hasta su desagüe en el colector Ayo. Meaques (viejo).

A continuación, se presentan los cálculos de la nueva red de drenaje proyectada, así como la justificación de la suficiencia de ésta:

CALCULO DE CAUDALES MAXIMOS COLECTORES EN VIALES

PERIODO DE RETORNO (AÑOS) 10

Vial	Eje colector	A Km2	i Unita.	Tc h	Tc adop min	I mm/h	C Adim.	k Adim.	Caudal m3/s	Q acum. m3/s
ENLACE YÉBENES										
EJE 61 Vial Sup/Enl. Boadilla - Enl. Yebenes										
PK 1+615 a 1+745	Eje 313	0,00203	0,0114	0,149	10,0	58,86	1,0	1,0	0,033	**0,033**
PK 1+765 a 1+915	Eje 314	0,00371	0,0109	0,167	10,0	58,86	1,0	1,0	0,061	**0,061**
EJE 32 Yébenes/Glo-1/R0/Transversal										
Colector calle San Manuel 0+240 a 0+324	Eje 330	0,00163	0,0100	0,110	5,0	81,12	1,0	1,0	0,037	**0,037**
Colector Calle Los Yebenes PK 0+210 a 0+000	Eje 331	0,00337	0,0405	0,117	5,0	81,12	1,0	1,0	0,076	**0,125**

JUSTIFICACIÓN HIDRÁULICA DE COLECTORES DRENAJE VIARIO

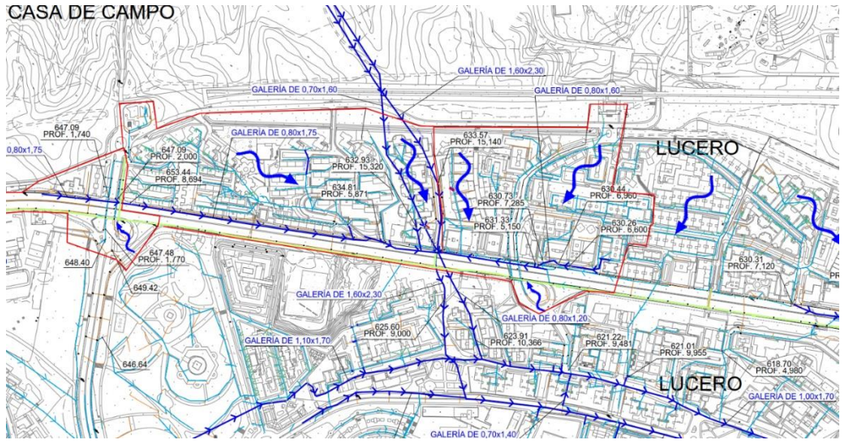
PERIODO DE RETORNO (AÑOS) 10

EJE/P.K.	EJE Colector	i Unita.	Caudal m3/s	Q acum. m3/s	Ø mm	Manning n	Calado m	Grado llenado %	Velocidad m/s
ENLACE LOS YÉBENES									
EJE 61 Vial Sup/Enl. Boadilla - Enl. Yebenes									
PK 1+615 a 1+745	Eje 313	0,0114	0,033	0,033	400	0,013	0,10	20,7	1,27
PK 1+765 a 1+915	Eje 314	0,0109	0,061	0,061	400	0,013	0,15	32,7	1,48
EJE 32 Yébenes/Glo-1/R0/Transversal									
Colector calle San Manuel 0+240 a 0+324	Eje 330	0,0100	0,037	0,037	400	0,013	0,11	23,53	1,25
Colector Calle Los Yebenes PK 0+210 a 0+000	Eje 331	0,0405	0,076	0,076	400	0,013	0,12	23,88	2,53

ÁREA ENLACE BATÁN

Todo el sector, tal y como se puede observar en la imagen adjunta de la red de saneamiento en situación actual, es drenado a través de sendas galerías de 0,80 x 1,75 m y de 0,80 x 1,60 m que discurren por la margen derecha del Paseo de Extremadura (lado Casa de Campo), hasta su punto de desagüe al denominado “Colector Ayo. Meaques (viejo)”, galería de 0,80 x 1,20.

En el mismo sector, cruza actualmente el Paseo de Extermadura el nuevo colector del Ayo. Meaques, con sección en galería de 1,60 x 2,30 m.



Red de saneamiento área Batán

Los tramos de colectores de diámetro 400 mm proyectados en el viario, se desaguarán como en la situación actual, al colector Ayo. Meaques (viejo). Para ello, se desagua en tramos a los tramos de las galerías laterales que ha sido preciso reponer por la afección que le produce el muro pantalla del túnel norte.

A continuación, se presentan los cálculos de la nueva red de drenaje proyectada, así como la justificación de la suficiencia de ésta:

Lote 1

CALCULO DE CAUDALES MAXIMOS COLECTORES EN VIALES

PERIODO DE RETORNO (AÑOS) 10

Vial	Eje colector	L km	Superf	A Km2	Zinicio	Zfinal	Desniv m	i Unita.	Tc h	Tc min	Tc adop min	I mm/h	C Adim.	k Adim.	Caudal m3/s	Q acum. m3/s
ENLACE BATÁN																
EJE 62 Vial Sup/Yebenes - Batán																
PK 1+920 a 2+370	Eje 339	0,420	0,002	0,01470	652,518	635,836	16,68	0,0396	0,287	17,192	15,0	47,88	1,0	1,0	0,198	**0,198**
PK 2+390 a 2+490	Eje 315	0,100	0,001	0,00300	635,006	631,734	3,27	0,0242	0,106	6,342	5,0	81,12	1,0	1,0	0,068	**0,068**

JUSTIFICACIÓN HIDRÁULICA DE COLECTORES DRENAJE VIARIO

PERIODO DE RETORNO (AÑOS) 10

EJE/P.K.	EJE Colector	i Unita.	Caudal m3/s	Q acum. m3/s	Ø mm	Manning n	Calado m	Grado llenado %	Velocidad m/s
ENLACE BATAN									
EJE 62 Vial Sup/Yebenes - Batán									
PK 1+920 a 2+370	Eje 339	0,0396	0,198	0,198	400	0,013	0,19	48,33	3,26
PK 2+390 a 2+530	Eje 315	0,0242	0,068	0,068	400	0,013	0,12	26,52	2,04

Lote 2:

CALCULO DE CAUDALES MAXIMOS COLECTORES EN VIALES

PERIODO DE RETORNO (AÑOS) 10

Vial	Eje colector	A Km2	i Unita.	Tc h	Tc adop min	I mm/h	C Adim.	k Adim.	Caudal m3/s	Q acum. m3/s
ENLACE BATÁN										
EJE 62 Vial Sup/Yebenes - Batán										
PK 2+560 a 2+660	Eje 316	0,00331	0,0090	0,127	5,0	81,12	1,0	1,0	0,075	**0,075**
PK 2+700 a 2+660	Eje 316	0,00135	0,0050	0,073	5,0	81,12	1,0	1,0	0,031	**0,031**
EJE 40 Batán/R0/c. Villamarin Norte										
Batan Norte PK 0+000 a 0+035	Eje 333	0,00109	0,0553	0,041	5,0	81,12	1,0	1,0	0,025	**0,025**
Batan Norte PK 0+085 a 0+035	Eje 333	0,00092	0,0398	0,057	5,0	81,12	1,0	1,0	0,021	**0,110**
EJE 41 Batán/R1/c. Villagarcía-1										
PK 1+380 a 1+420	Eje 332	0,00068	0,0321	0,091	5,0	81,12	1,0	1,0	0,015	**0,015**
EJE 42 Batán/R2/c. Villamarín Sur										
Batan Sur	Eje 334	0,00170	0,0515	0,149	10,0	58,86	1,0	1,0	0,028	**0,028**

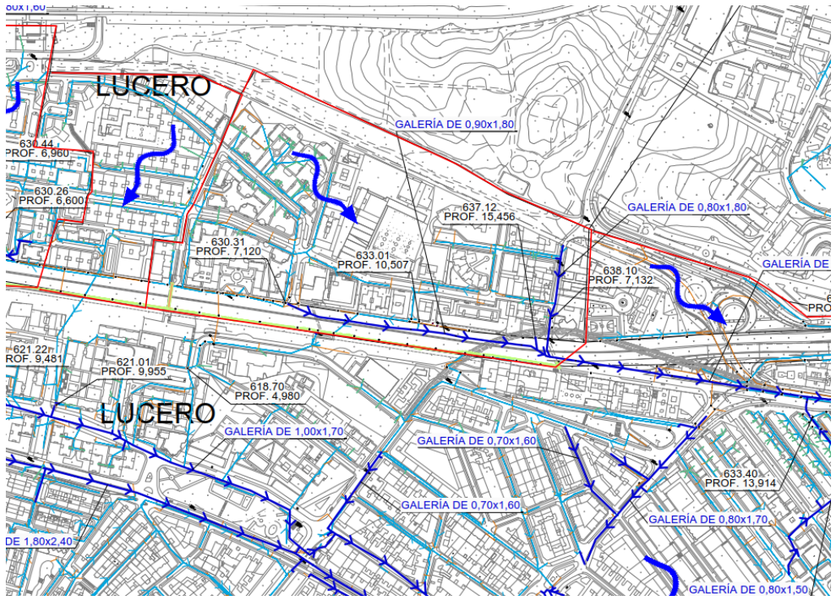
JUSTIFICACIÓN HIDRÁULICA DE COLECTORES DRENAJE VIARIO

PERIODO DE RETORNO (AÑOS) 10

EJE/P.K.	EJE Colector	i Unita.	Caudal m3/s	Q acum. m3/s	Ø mm	Manning n	Calado m	Grado llenado %	Velocidad m/s
ENLACE BATAN									
EJE 62 Vial Sup/Yebenes - Batán									
PK 2+560 a 2+660	Eje 316	0,0090	0,075	0,075	400	0,013	0,17	40,76	1,46
PK 2+700 a 2+660	Eje 316	0,0050	0,031	0,031	400	0,013	0,12	26,57	0,93
EJE 40 Batán/R0/c. Villamarin Norte									
Batan Norte PK 0+000 a 0+035	Eje 333	0,0553	0,025	0,025	400	0,013	0,06	9,73	2,04
Batan Norte PK 0+085 a 0+035	Eje 333	0,0398	0,021	0,110	400	0,013	0,14	31,35	2,79
EJE 41 Batán/R1/c. Villagarcía-1									
PK 1+380 a 1+420	Eje 332	0,0321	0,015	0,015	400	0,013	0,05	8,23	1,45
EJE 42 Batán/R2/c. Villamarín Sur									
Batan Sur	Eje 334	0,0515	0,028	0,028	400	0,013	0,07	10,81	2,06

ÁREA ENLACE PARQUE DE ATRACCIONES

La primera parte del sector, se drena a traves de colectores transversales al Paseo de Extremadura y posteriormente a traves de la galería visitable de 0,9 x 1,80 m que discurre bajo la A-5 - Paseo de Extremadura.



Red de saneamiento área Parque de Atracciones – Paseo de Extremadura

Los tramos de colectores de diámetro 400 mm proyectados en el viario, se desaguarán de manera semejante a la red actual, sin aportar más caudal que en la actualidad al reducirse de manera importante la superficie impermeable. Así en el tramo de la A-5 – Paseo de Extremadura se pasa de los 4 carriles por calzada existente a únicamente 2 carriles en total.

A continuación, se presentan los cálculos de la nueva red de drenaje proyectada, así como la justificación de la suficiencia de ésta:

CALCULO DE CAUDALES MAXIMOS COLECTORES EN VIALES

PERIODO DE RETORNO (AÑOS) 10

Vial	Eje colect	A Km2	i Unita.	Tc h	Tc adop min	I mm/h	C Adim.	k Adim.	Caudal m3/s	Q acum. m3/s
ENLACE PARQUE DE ATRACCIONES										
EJE 63 Vial Sup/Batán -Parque de atracciones										
PK 2+740 a 2+910	Eje 317	0,00414	0,0083	0,194	10,0	58,56	1,0	1,0	0,068	**0,068**
PK 3+040 a 2+910	Eje 317	0,00341	0,0050	0,180	10,0	58,56	1,0	1,0	0,056	**0,056**
PK 3+140 a 3+065	Eje 318	0,00258	0,0103	0,138	10,0	58,56	1,0	1,0	0,042	**0,042**
PK 3+210 a 3+175	Eje 340	0,00152	0,0116	0,044	5,0	81,12	1,0	1,0	0,034	**0,034**
PK 3+285 a 3+240	Eje 341	0,00252	0,0230	0,212	10,0	58,56	1,0	1,0	0,041	**0,041**
PK 3+400 a 3+310	Eje 319	0,00232	0,0231	0,059	5,0	81,12	1,0	1,0	0,052	**0,052**
PK 3+445 a 3+420	Eje 342	0,00139	0,0265	0,043	5,0	81,12	1,0	1,0	0,031	**0,031**
PK 3+680 a 3+480	Eje 320	0,00416	0,0104	0,226	10,0	58,56	1,0	1,0	0,068	**0,068**
EJE 64 Vial Sup/Enl. Parque Atrac-Glo Av Portugal										
PK 3+720 a 3+790	Caz	0,00090	0,0246	0,042	5,0	81,12	1,0	1,0	0,020	**0,020**
PK 3+925 a 3+790	Caz	0,00097	0,0105	0,156	5,0	81,12	1,0	1,0	0,022	**0,022**
PK 3+925 a 3+960	Caz	0,00038	0,0322	0,045	5,0	81,12	1,0	1,0	0,009	**0,009**
EJE 50 Parque de Atracciones/Eje Glo-2 a Glo-1										
PK 0+000 a 0+140	Eje 335	0,00223	0,0165	0,147	5,0	81,12	1,0	1,0	0,050	**0,050**
PK 0+245 0+140	Eje 335	0,00158	0,0601	0,092	5,0	81,12	1,0	1,0	0,036	**0,036**
PK 0+241,568 a 0+320,25	Eje 336	0,00098	0,0600	0,074	5,0	81,12	1,0	1,0	0,022	**0,022**
EJE 51 Huerta Castañeda - Paseo de Extremadura										
PK 0+100,074 a 0+000	Eje 336	0,00369	0,0558	0,090	5,0	81,12	1,0	1,0	0,083	**0,083**
PK 0+261,02 a 0+125	Eje 337	0,00285	0,0198	0,139	5,0	81,12	1,0	1,0	0,065	**0,065**

JUSTIFICACIÓN HIDRÁULICA DE COLECTORES DRENAJE VIARIO

PERIODO DE RETORNO (AÑOS) 10

EJE/P.K.	EJE Colector	i Unita.	Caudal m3/s	Q acum. m3/s	Ø mm	Manning n	Calado m	Grado llenado %	Velocidad m/s
ENLACE PARQUE DE ATRACCIONES									
EJE 63 Vial Sup/Batán -Parque de atracciones									
PK 2+740 a 2+910	Eje 317	0,0083	0,068	0,068	400	0,013	0,17	39,08	1,39
PK 3+040 a 2+910	Eje 317	0,0050	0,056	0,056	400	0,013	0,17	40,81	1,09
PK 3+140 a 3+065	Eje 318	0,0103	0,042	0,042	400	0,013	0,12	25,5	1,31
PK 3+210 a 3+175	Eje 340	0,0116	0,034	0,034	400	0,013	0,11	21,01	1,29
PK 3+285 a 3+240	Eje 341	0,0230	0,041	0,041	400	0,013	0,10	18,82	1,73
PK 3+400 a 3+310	Eje 319	0,0231	0,052	0,052	400	0,013	0,11	22,25	1,86
PK 3+445 a 3+420	Eje 342	0,0265	0,031	0,031	400	0,013	0,08	14,68	1,68
PK 3+680 a 3+480	Eje 320	0,0104	0,068	0,068	400	0,013	0,15	35,98	1,50
EJE 64 Vial Sup/Enl. Parque Atracc-Glo Av Portugal									
PK 3+720 a 3+790	Caz	0,0246	0,020	0,020	400	0,013	0,07	11,06	1,44
PK 3+925 a 3+790	Caz	0,0105	0,022	0,022	400	0,013	0,09	15,98	1,10
PK 3+925 a 3+960	Caz	0,0322	0,009	0,009	400	0,013	0,04	5,75	1,24
EJE 50 Parque de Atracciones/Eje Glo-2 a Glo-1									
PK 0+000 a 0+140	Eje 335	0,0165	0,050	0,050	400	0,013	0,12	24,40	1,63
PK 0+245 0+140	Eje 335	0,0601	0,036	0,036	400	0,013	0,07	12,22	2,34
PK 0+241,568 a 0+320,25	Eje 336	0,0600	0,022	0,022	400	0,013	0,06	8,65	2,02
EJE 51 Huerta Castañeda - Paseo de Extremadura									
PK 0+100,074 a 0+000	Eje 336	0,0558	0,083	0,083	400	0,013	0,11	22,68	2,91
PK 0+261,02 a 0+125	Eje 337	0,0198	0,065	0,065	400	0,013	0,13	27,59	1,87

4.17 ESTRUCTURAS Y OBRA CIVIL DEL TÚNEL

4.17.1 Descripción general

El Proyecto se desarrolla con inicio en el entorno de la Avda. del Padre Piquer, llegando hasta el túnel existente de la Avenida de Portugal que conecta con la M-30 y está enmarcado en un ámbito urbano muy consolidado. El nuevo tronco proyectado quedará encajado en el corredor que marca la A-5 actual, de tal modo que la sección transversal del soterramiento de la A-5 quedará ajustada dentro del espacio que marcan las edificaciones aledañas al trazado.

Durante la fase final de la redacción del Proyecto del Paseo Verde del Suroeste se han reactivado las actuaciones relacionadas con el Plan Campamento, que presentarán interacciones geométricas y de planeamiento con el inicio del Proyecto.

Con el fin de dinamizar la actuación del Paseo Verde del Suroeste, y no ralentizar el inicio de su ejecución, se ha tenido que adecuar la parte inicial del Proyecto para no afectar al Plan Campamento y para prever la futura ampliación del túnel.

La geometría del túnel y de la obra civil ha sido ajustada, de tal modo que sea compatible con una futura etapa de prolongación del mismo, desde el entorno de la Avenida de Padre Piquer hacia el oeste. Así, las dimensiones de las pantallas de contención del túnel en el tramo cubierto ya quedarán construidas con una geometría compatible con la segunda etapa de prolongación de la infraestructura.

Por otra parte, el Proyecto del Paseo Verde del Suroeste ha sido dividido en tres lotes para su licitación y construcción, con el fin de minimizar el plazo de ejecución global del mismo:

- Lote 1: Desde Padre Piquer (PK 0+780) a Batán (PK 2+500), que incluye la obra civil, instalaciones y el viario en superficie. También se incluye en este lote una nueva glorieta situada en la Avenida de los Poblados, al sur de la A-5. La construcción de esta glorieta es necesaria para redistribuir la movilidad en el entorno, tras la actuación proyectada.

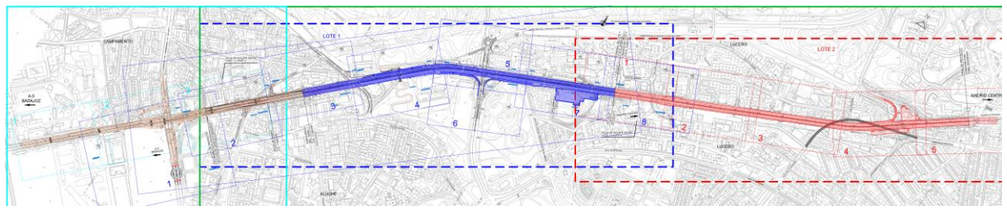
- Lote 2: Desde Batán (PK 2+500) a la Av. de Portugal (P-K. 3+980), que incluye la obra civil, el viario en superficie y tanto las instalaciones de este lote, como las de conexión con el túnel existente de Avenida de Portugal. En este Lote 2 también se recogen las comunicaciones y conexiones telemáticas del nuevo túnel con el resto de la red de gestión de Calle 30.

- Lote 3: Proyecto de Urbanización de toda la actuación en superficie.

En la presente Fase 6 se incluye tanto la adecuación de la parte inicial del Proyecto, como la división de la documentación en los tres lotes descritos anteriormente.

La existencia de ramales de conexión en los enlaces, sus encuentros con el tronco, la profundidad de la rasante, etc., hacen que exista una casuística geométrica estructural donde las soluciones planteadas dependerán principalmente de las luces de diseño y profundidades de excavación para cada caso contemplado. La gestión de los servicios afectados, las fases constructivas de la obra y los desvíos de tráfico condicionan las soluciones estructurales incluidas en el Proyecto.

En la siguiente figura puede observarse una planta esquemática del trazado propuesto.

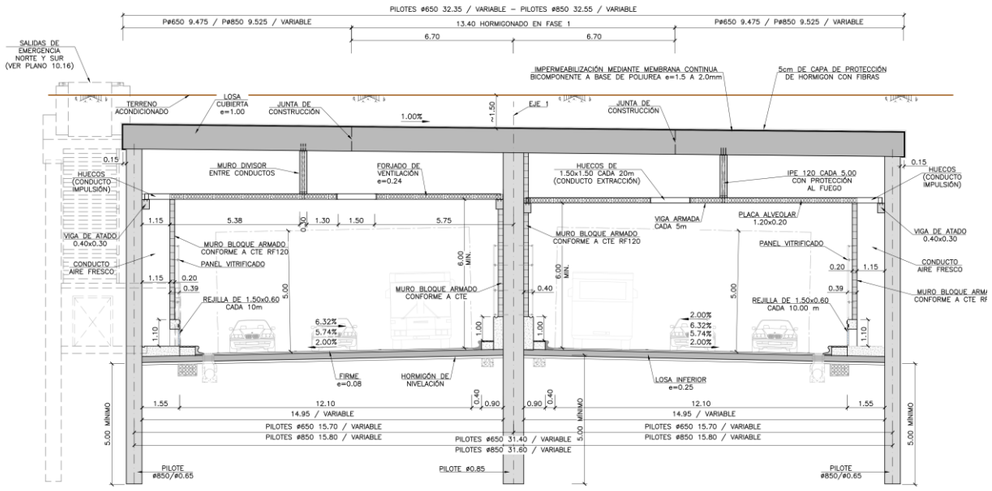


La sección tipo empleada de manera casi generalizada para el soterramiento consiste en un “cut & cover” compuesto por pantallas de pilotes discontinuas de diámetros de 65 u 85 centímetros (dependiendo de la profundidad de excavación) que están arriostradas en cabeza por una losa de hormigón postesado de 1,00 m de canto. El forjado de la cámara de ventilación superior se resuelve mediante la disposición de una estructura secundaria formada por placas alveolares que irán apoyadas en las pantallas perimetrales y central, y a su vez suspendidas de la losa de cubierta. En el tramo más profundo del túnel se aprovecha el forjado de la cámara de ventilación como apuntalamiento adicional entre las pantallas extremas.

Bajo la rasante se dispone una losa de hormigón armado de 25 centímetros de espesor, la cual no se prevé esté sometida a subpresiones en base a las cotas de la rasante y los estudios geotécnicos desarrollados.

La estructura planteada es lógicamente integral y carece de aparatos de apoyo, evitando así la complicación que conlleva el mantenimiento de estos en estructuras enterradas.

En la siguiente figura puede observarse la sección tipo más representativa del tronco.



Sección tipo estructural túnel

En los prediseños realizados en las fases anteriores se observó que una excesiva inercia en las pantallas de contención sería contraproducente en su diseño, al incrementarse considerablemente el momento flector transmitido por la losa superior en coronación a las mismas.

El nivel de cargas en la losa superior, y las luces de ésta, hacen que, si la inercia de las pantallas fuera excesiva, el momento negativo en el nudo se incrementaría en exceso y condicionaría innecesariamente el diseño de las pantallas.

Se han diseñado por lo tanto pantallas de pilotes con una rigidez suficiente para su trabajo como elemento de contención, y considerando las limitaciones de deformaciones que imponen las construcciones adyacentes.

4.17.2 Deconstrucción de estructuras existentes

4.17.2.1 Criterios generales

El proyecto (soterramiento de la A-5) y su desarrollo, concluye que la solución más adecuada para el túnel es que este discurra lo más cercano a la superficie, llevando consigo la eliminación de los cuatro pasos inferiores de los enlaces existentes y siete pasos inferiores de peatones, por su incompatibilidad con la rasante proyectada del túnel.

Para acometer la deconstrucción de dichos pasos, se han considerado los siguientes aspectos:

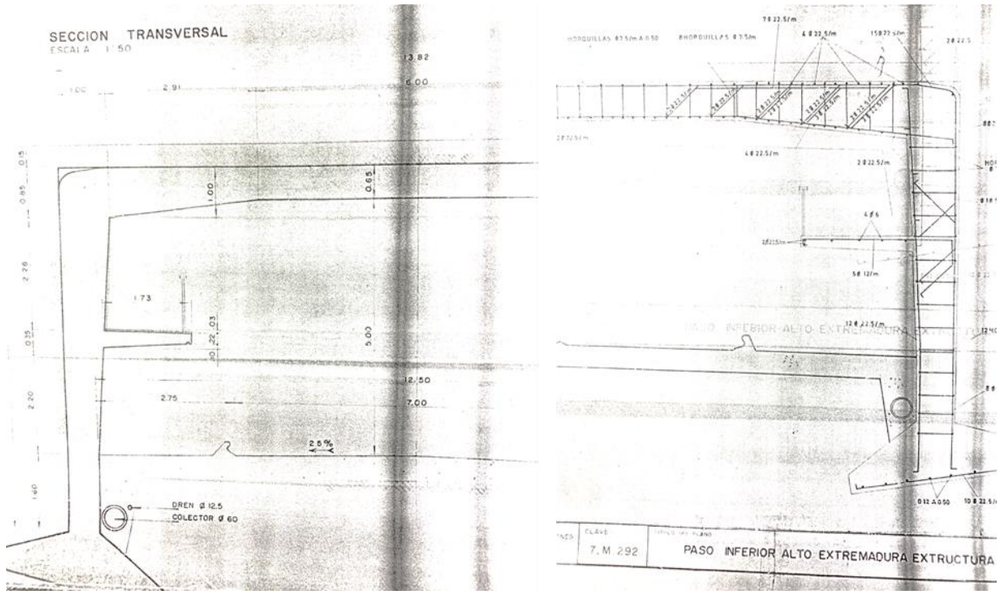
- En primer lugar, se han diseñado unos desvíos de tráfico que puedan generar el mayor espacio posible en el entorno de dichos pasos. En los enlaces de Av. de los Poblados, Boadilla, Yébenes y Batán, la Fase-0 de los desvíos (en ambas direcciones) se han proyectado en la zona sur, donde existe más espacio disponible. En el enlace de Parque de Atracciones se ha optado por mantener los desvíos por ambos lados ya que se dispone de un mayor espacio central en esta zona. De esta manera se pueden acometer los distintos trabajos de deconstrucción de una manera más ágil y menos interferencias a la movilidad en general.

- Es importante, además, acometer con rapidez la deconstrucción de los pasos en Fase-1, para a continuación construir los tramos completos del túnel en dichas zonas dentro de la Fase-2 (desvíos/obras). Estos tramos irán más adelantados que los del resto de la obra, resultando claves como accesos a la obra en general y de salida de las tierras resultante de la excavación del túnel, que se tiene previsto realizarlo en Fase-3.

- Para seleccionar el procedimiento más adecuado, se ha realizado un análisis de coste-beneficio de diferentes técnicas: los procesos constructivos vienen dados por una serie de condicionantes que restringen el uso de la maquinaria a utilizar en la deconstrucción de la estructura. Por tanto, una vez establecida la maquinaria compatible con un proyecto urbano de estas características, se han analizado las principales variables que condicionan los procesos (coste, plazo de ejecución y afección ambiental), para definir a continuación los procedimientos. Este análisis se recoge en el siguiente apartado

- Por último, para caracterizar las estructuras a deconstruir se ha contado con las ortofotos del ámbito, distintos levantamientos topográficos, trabajo y visitas de campo.

  Además, a través de varias indagaciones, se han podido localizar en el archivo de la Demarcación de Carreteras de Madrid los planos de obra de dichos pasos inferiores, que datan de octubre de 1971.



Planos de obra de los pasos inferiores, octubre de 1971

El contenido de toda esta valiosa información ha servido como base y punto de partida, junto a la larga experiencia acumulada en trabajos similares, para diseñar todo el proceso de deconstrucción de los pasos inferiores indicados.

Ejemplo de deconstrucción de los viaductos de la boca sur de túnel de la Rovira. Proyecto y Dirección de Obra ESTEYCO

4.17.2.2 Procedimientos seleccionados. Análisis de costes vs afección ambiental

Para analizar el proceso óptimo desde el punto de vista económico y temporal con la maquinaria disponible, una vez filtrada por otros condicionantes como son los medioambientales y ubicación urbana, analizamos las ventajas de uso de cada tipo de proceso disponible:

Procedimiento	Coste económico	Rendimiento	Impacte ambiental	Observaciones
Martillo neumático	Medio-bajo	Medio -alto	Medio -alto	Restricción de uso
Pinzas demoledoras	Bajo	Alto	Medio-bajo	
Cortadora de suelos	Medio	Medio	Bajo	Limitado a h < 0,50 m.
Cortadora de muros	Medio	Medio	Bajo	Limitado a h < 0,70 m.
Corte con hilo de diamante	Alto	Medio	Bajo	
Demolición con gatos hidráulicos	Alto	Bajo	Bajo	

Como se puede observar, el proceso más eficiente económico / ambiental es la pinza demoledora, ya que combina un gran rendimiento con un bajo coste sin grandes afecciones ambientales. Por este motivo, se ha optado siempre que ha sido posible por el uso de las pinzas en el proceso final de deconstrucción. Sin embargo, dada la tipología de estructura que tenemos, no es posible garantizar la estabilidad de ésta con el uso exclusivo de las pinzas, como se ha indicado anteriormente. Por lo tanto, la combinación de cortes con hilo de diamante para retirar grandes piezas y su posterior demolición con pinzas se considera la opción óptima para este proyecto.

Para establecer el número de cortes que hay que realizar en las diferentes estructuras se ha utilizado un criterio económico. Una vez escogido el sistema a utilizar, que en la mayor parte de la estructura donde no se pueden utilizar pinzas corresponde a cortarla con hilo de diamante y retirarla con la grúa, también se ha analizado el coste de los tres factores determinantes según el número de piezas resultantes:

- Corte con disco o hilo de diamante: se incrementa el coste cuantas más piezas resulten dada la mayor cantidad de cortes a realizar.
- Grúa para retirar las piezas: el coste aumenta en función de la capacidad de la grúa. Cuantas más sean las piezas, más coste de grúa supondrá.
- Taladros de hormigón: para manipular las piezas deben realizarse taladros en la estructura para pasar cadenas o eslingas de tiro. Cuantas más piezas resulten, más agujeros hay que realizar.

Como resumen general: se prevé el uso de elementos de corte mediante hilo de diamante, con el fin de poder retirar elementos de mayor tamaño y minimizar la afección al tráfico en la A-5 durante las fases intermedias de la obra. Este procedimiento de deconstrucción es más limpio y ordenado que una demolición mediante pinzas y martillo neumático, y además facilita la demolición por fases de las estructuras existentes. Para la ejecución de las excavaciones necesarias para poder ejecutar las demoliciones, y que sean compatibles con los desvíos de tráfico, se requerirá localmente de una serie de elementos de contención provisionales que en algunos casos serán construidas con armaduras de fibra de carbono para facilitar su posterior demolición.

4.17.2.3 Descripción de los procesos

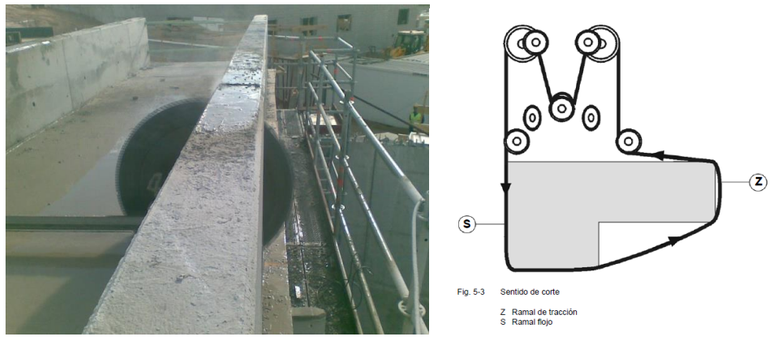
Como se ha explicado en el apartado anterior, dadas las dimensiones de la estructura de estos pasos, con espesores de muros y losas superiores a 0,70 m de grosor, la deconstrucción se realizará en general con hilo de diamante.

Una vez finalice el proceso de excavación y/o la ejecución de pantallas de pilotes provisionales y quede descubierta la estructura del paso inferior, se procederá a un primer momento, a rebajar las tierras en el trasdós para minimizar los empujes horizontales del terreno y, posteriormente, al corte de la losa superior con hilo de diamante, previo apeo, para su posterior retirada.

Por regla general, las piezas resultantes del corte del tablero se sujetarán desde un mínimo de 2 eslingas (sistemas de elevación) para garantizar la estabilidad de la pieza una vez sea izada por la grúa, siendo necesario en la mayoría de los casos la ejecución de 4 perforaciones al hormigón.

En el caso de los muros, sólo serán necesarias dos perforaciones para permitir su abatimiento al suelo y proceder a su demolición.

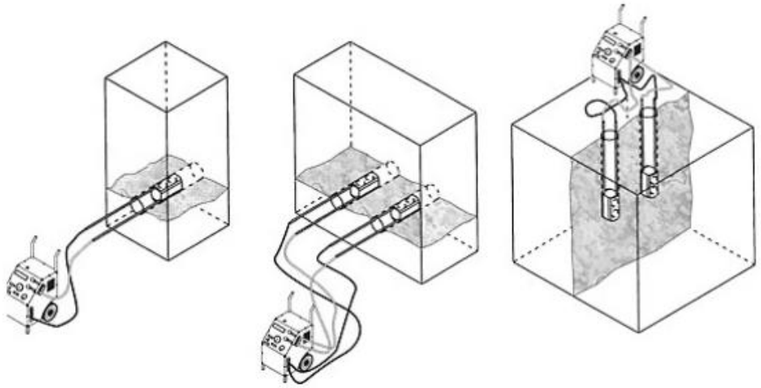
Los taladros habrá que hacerlos, como mínimo, a 1m de distancia del límite de la pieza o del corte, para garantizar su integridad estructural. En el momento de alzar la pieza estará sujeta con cuerdas ancladas a los extremos por su manipulación desde el suelo, permitiendo a los operarios girarla y disponerla en la posición deseada. Una vez retirada la losa superior se procederá a la deconstrucción de los hastiales.



Corte de muros con disco de diamante y esquema de funcionamiento del corte con hilo de diamante

La deconstrucción de los hastiales se podrá realizar con disco de diamante en aquellas zonas en las que el muro tenga un grueso inferior a 0,70 m, que es la máxima capacidad del corte del disco, y con hilo de diamante en las zonas en dónde la sección de muro sea superior a 0,70 m de grosor. Los últimos 1,50 m de muro se demolerán con pinzas demoledoras.

En el caso de que no se disponga de espacio suficiente en el trasdós de los muros, se ha previsto para su demolición el empleo de “gatos” hidráulicos.



Esquema de funcionamiento de gatos hidráulicos. Planos de rotura

Una vez se corte una pieza entera, esta se retirará con grúa al lugar de demolición, donde las pinzas demoledoras se encargarán de su trituración, separando el hormigón del acero. El hormigón se triturará en fracciones de un tamaño que permita su transporte hasta el lugar del machaqueo.

Antes de iniciar la demolición con pinzas, se deberá colocar una lona de protección entre la zona de obras y el tráfico adyacente de vehículos, para evitar posibles proyecciones de materiales durante el proceso.

A continuación, se incluyen imágenes actuales de los pasos inferiores a deconstruir de los enlaces existentes:

Imágenes de los pasos actuales

4.17.3 Proceso constructivo del Cut & Cover.

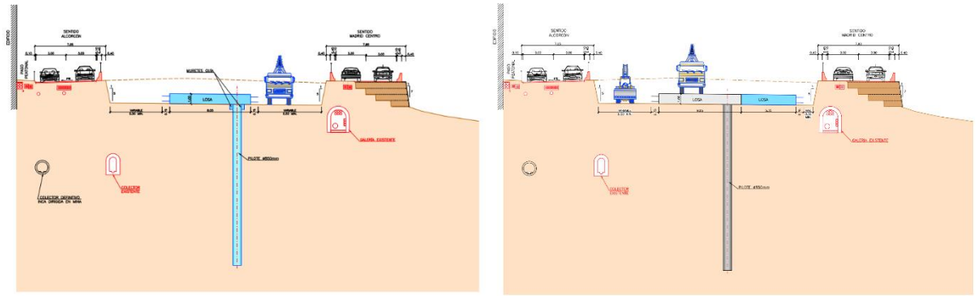
El proceso constructivo de las estructuras está condicionado fundamentalmente por las fases de desvíos, y por las reposiciones de los servicios existentes. A continuación, se describen los procesos planteados desde el punto de vista de las estructuras y la obra civil.

En el caso del cut & cover, se ha replanteado la solución propuesta en la Fase 2. Esta mejora del sistema constructivo se ha realizado tras profundizar en los detalles de las fases de obra y reposición de servicios existentes durante la misma. Si bien en fases anteriores se había propuesto la alternativa de vigas estampidores y placas alveolares para la losa de cubierta en la mayoría del Proyecto (reservando la losa postesada para las zonas con geometrías más singulares) se ha llegado a la conclusión durante esta fase de que la losa postesada ejecutada por fases, permite una mejor organización temporal de la obra y de la reposición y afección a los servicios.

A continuación, se describe el proceso constructivo de la misma.

FASE 1

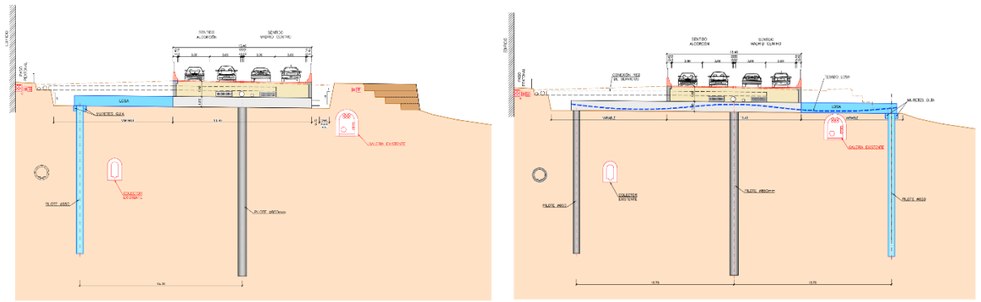
- Ampliación de calzada sentido Madrid centro en margen sur y posterior de desvío de tráfico a ambos márgenes con dos carriles de circulación por sentido.
- Excavación hasta cota inferior de losa superior, ejecución de pilotes y tramo centrales de losa superior en 2 subfases, dejando esperas de conexión para la ejecución del resto de tramos en fases posteriores.
- Tesado del tramo central de la losa superior.
- Ejecución de muretes laterales provisionales, relleno y pavimentado junto con desvío de servicios en nuevo tramo central ejecutado.



Sección tipo fase 1

FASE 2

- Desvío de tráfico en tramo central con dos carriles por sentido.
- Excavación hasta cota inferior de losa superior en ambas márgenes y ejecución de pantallas laterales.
- Ejecución de tramos laterales de losa superior y tesado de la misma antes de la excavación en fase 3.



Secciones tipo fase 2

FASE 3

- Vaciado interior, ejecución de estampidores (en los tramos que existen), losa de fondo, instalaciones y acabados.
- Entrada en servicio del soterramiento.
- Demolición del desvío provisional central.
- Urbanización y ejecución de viales definitivos.

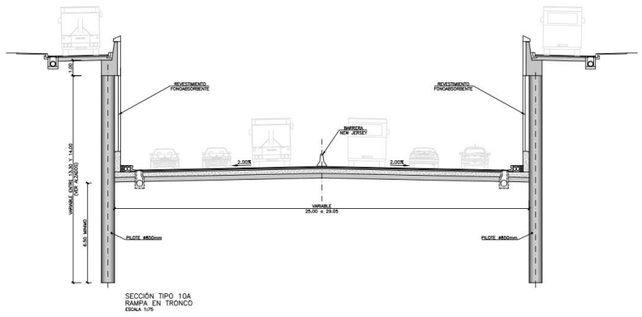
4.17.4 Secciones tipo estudiadas

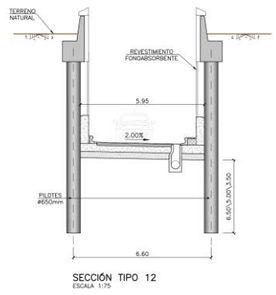
Como quedó comentado con anterioridad, las soluciones planteadas quedan tramificadas y se van ajustando en función de la profundidad de la rasante, de las luces de diseño y de la regularidad geométrica.

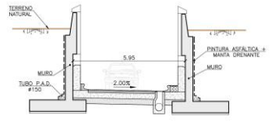
En función de estos condicionantes se han estudiado las siguientes secciones que pasan a describirse a continuación:

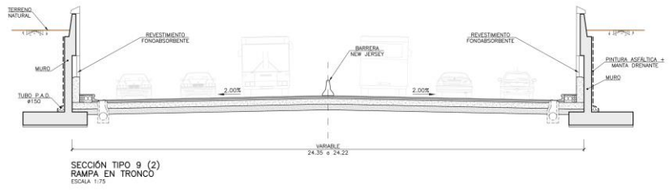
Rampas de acceso

En las rampas de acceso al túnel tanto del propio tronco como de los ramales de enlace, la sección tipo consiste en pantallas de pilotes laterales, que se transforman en muros in situ en aquellas zonas en las que es geométricamente posible realizar las necesarias excavaciones provisionales para la construcción de las cimentaciones.









En ambos casos, se prevé la disposición de un pretil de hormigón sobre la coronación del muro o viga de atado de las pantallas.

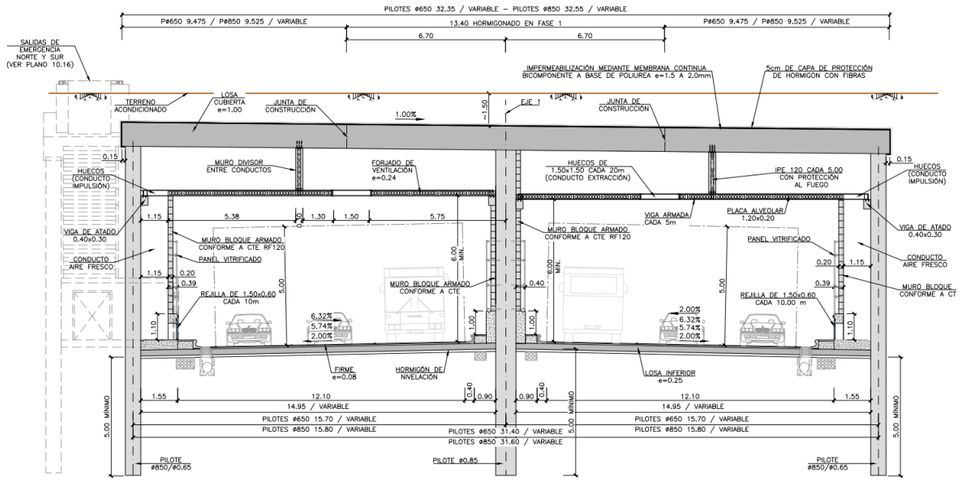
Para el estudio de estas zonas donde las pantallas funcionan en voladizo se han realizado tres cálculos en función de la altura libre de éstas, determinándose 3 distintas tipologías de pantallas en voladizo a lo largo del proyecto, siendo éstas las siguientes:

- Tipo R1: Pantallas en rampas de acceso con altura libre de hasta 3,50 metros: En este caso se dispone una pantalla discontinua de pilotes de 65 cm de diámetro equiespaciados 95 cm con una clava mínima de 2,50 m.
- Tipo R2: Pantallas en rampa de accesos con altura libre comprendida entre 3,50 m y 4,50 m: En este caso se dispone una pantalla discontinua de pilotes de 65 cm de diámetro equiespaciados 95 cm con una clava mínima de 3,00 m.
- Tipo R3: Pantallas en rampa de accesos con altura libre comprendida entre 4,50 m y 6,00 m: En este caso se dispone una pantalla discontinua de pilotes de 65 cm de diámetro equiespaciados 95 cm con una clava mínima de 4,00 m.
- Tipo R3: Pantallas en rampas de accesos con altura libre comprendida entre 6,00 m y 8,00 m: En este caso se dispone una pantalla discontinua de pilotes de 85 cm de diámetro equiespaciados 115 cm con una clava mínima de 5,00 m.

Túnel "cut & cover"

Para el estudio de la losa superior del "cut & cover" se ha procedido a estudiar 4 secciones tipo representativas del soterramiento a lo largo de todo el tronco. Estas secciones quedan diferenciadas en su distribución de luces, y geometría de las pantallas extremas, manteniéndose en todos los casos estudiados la misma tipología de losa pretensada de 1,0 m de canto y variando las cuantías de armaduras y pretensado necesaria en cada situación. Los 4 casos representativos estudiados son:

- TIPO 1: "Cut & cover" bicelular de luces 15,70 + 15,70 m. Siendo esta la sección más representativa de toda la traza. La cuantía de pretensado obtenida para la losa superior de 1,0 m de canto ha sido de 19T15/0.95.

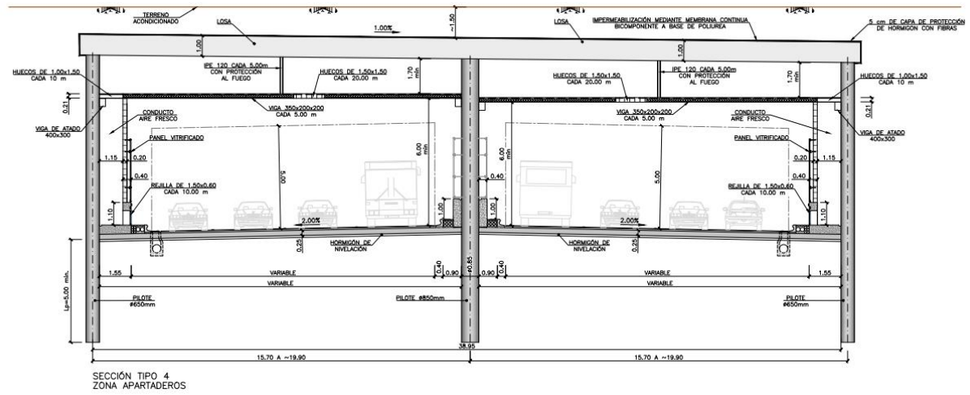


Para valorar el comportamiento de las pantallas donde se presenta dicha sección se han analizado los siguientes casos, aplicándose en todos ellos la reacción proveniente de la losa superior obtenida de los modelos en las cabezas de pantallas.

- Tipo 1a: Pantallas de pilotes de 65 cm de diámetro equiespaciados 95 cm con clava mínima de 5,0 m y un único arriostramiento correspondiente a la losa superior para diferencias de cotas entre cara superior de losa y fondo de excavación de 10.60 m máximo.
- Tipo 1b: Pantallas de pilotes de 85 cm de diámetro equiespaciados 115 cm con clava de 6,50 m y un único arriostramiento correspondiente a la losa superior para diferencias de cotas entre cara superior de losa y fondo de excavación de 11.30 m máximo. (Zona de toscos situados a niveles profundos).
- Tipo 1c: Pantallas de pilotes de 85 cm de diámetro equiespaciados 115 cm con clava de 5,00 m y un único arriostramiento correspondiente a la losa superior para diferencias de cotas entre cara superior de losa y fondo de excavación de 9.90 m máximo. (Zona de toscos situados a niveles profundos).

Como puede observarse, en los cálculos se han diferenciado dos zonas representativas de la estratigrafía, donde se varia la profundidad de los toscos bien situándose dicho estrato a unos 10,80 m con respecto al terreno natural o bien a 20,80 m para la situación profunda.

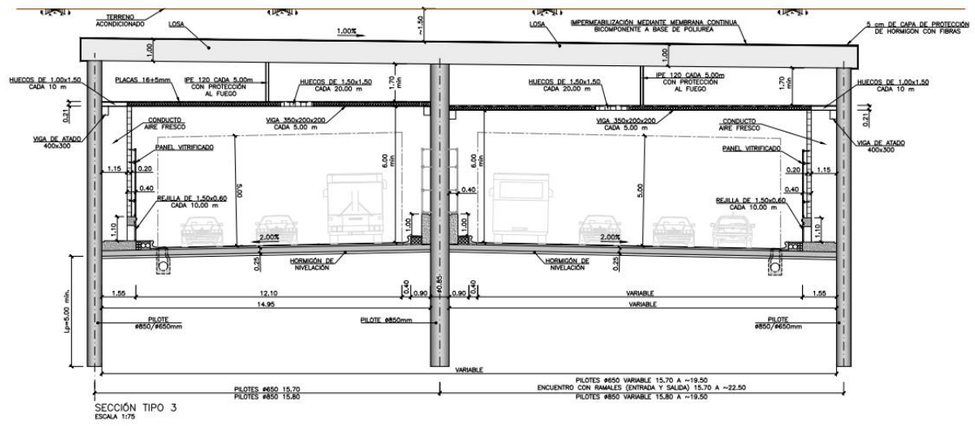
- TIPO 2: "Cut & cover" bicelular de luces 19,75 + 19,75 m. Esta sección se produce principalmente en las zonas de apartaderos, donde las luces son variables desde los 15,70 m hasta los 19,90 m aproximadamente. La cuantía media de pretensado obtenida para la losa superior de 1,0 m de canto ha sido de 31T15/0.95.



Para valorar el comportamiento de las pantallas donde se presenta dicha sección se ha analizado el siguiente caso, aplicándose en él la reacción proveniente de la losa superior obtenida de los modelos en las cabezas de pantallas.

- Tipo 2: Pantallas de pilotes de 65 cm de diámetro equiespaciados 95 cm con clava mínima de 5,0 m y un único arriostramiento correspondiente a la losa superior para diferencias de cotas entre cara superior de losa y fondo de excavación de 10.60 m máximo.

- TIPO 3: "Cut & cover" bicelular de luces 15,70 + 22,50 m. Esta sección se produce principalmente en las zonas de entronque con los ramales de enlaces donde aparecen los respectivos carriles de aceleración y deceleración, siendo las luces variables desde los 15,70 m hasta los 19,90 m aproximadamente. La cuantía media de pretensado obtenida para la losa superior de 1,0 m de canto ha sido de 19T15/0.475.



De igual manera se ha procedido para valorar el comportamiento de las pantallas donde se presenta dicha sección, aplicándose en cabeza de pantalla la reacción proveniente de la losa superior obtenida de los modelos.

- Tipo 3: Pantallas de pilotes de 65 cm de diámetro equiespaciados 95 cm con clava mínima de 5,0 m y un único arriostramiento correspondiente a la losa superior para diferencias de cotas entre cara superior de losa y fondo de excavación de 10.60 m máximo.

- TIPO 4: "Cut & cover" bicelular de luces 15,70 + 15,70 m, con una mayor profundidad de la rasante. La cuantía media de pretensado obtenida para la losa superior de 1,0 m de canto ha sido de 19T15/0.95.

  Se han analizado los casos más representativos con el fin de recoger las distintas transiciones que se dan en las zonas más profundas. De esta forma, se tramifica la estructura en 7 intervalos que se resuelven con 7 casos distintos de pantalla, que han sido caracterizados en función de la profundidad de excavación y de la diferencia de cota entre los arriostramientos. De forma análoga a los tipos anteriores, se aplica en todos los casos en las cabezas de pantallas la reacción proveniente de la losa superior obtenida de los modelos. Los casos contemplados son los siguientes, si bien en algunas de las secciones tipo que precisarán niveles de arriostramientos en la futura prolongación del túnel, éstos no se ejecutan en esta etapa del Proyecto:

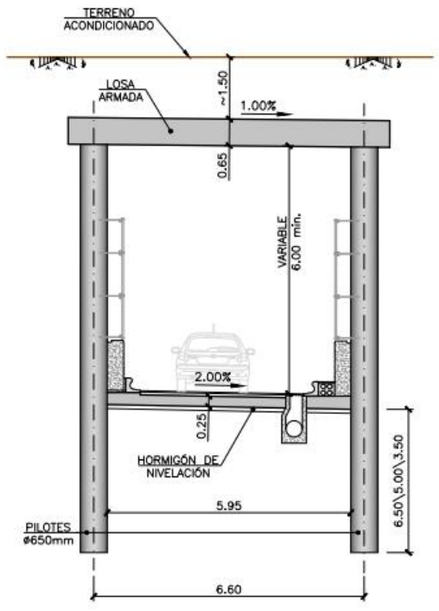
  - Tipo 4a: Pantallas de pilotes de 85 cm de diámetro equiespaciados 115 cm con clava mínima de 5.0 m y dos arriostramientos correspondientes a la losa superior y a una línea de estampidores, para diferencias de cotas entre cara superior de losa y fondo de excavación de 12.00 m máximo. (Zona de toscos situados a niveles profundos).
  - Tipo 4b: Pantallas de pilotes de 85 cm de diámetro equiespaciados 115 cm con clava mínima de 5.0 m y dos arriostramientos correspondientes a la losa superior y a una línea de estampidores, para diferencias de cotas entre cara superior de losa y fondo de excavación de 15.85 m máximo. (Zona de toscos situados a niveles profundos).
  - Tipo 4c: Pantallas de pilotes de 85 cm de diámetro equiespaciados 115 cm con clava mínima de 6.0 m y dos arriostramientos correspondientes a la losa superior y a una línea de estampidores, para diferencias de cotas entre cara superior de losa y fondo de excavación de 16.05 m máximo. (Zona de toscos situados a niveles profundos).
  - Tipo 4d: Pantallas de pilotes de 85 cm de diámetro equiespaciados 115 cm con clava mínima de 6.0 m y dos arriostramientos correspondientes a la losa superior y a una línea de estampidores, para diferencias de cotas entre cara superior de losa y fondo de excavación de 16.05 m máximo. (Zona de toscos situados a niveles profundos).
  - Tipo 4e: Pantallas de pilotes de 85 cm de diámetro equiespaciados 115 cm con clava mínima de 6.0 m y dos arriostramientos correspondientes a la losa superior y a una línea de estampidores, para diferencias de cotas entre cara superior de losa y fondo de excavación de 15.05 m máximo. (Zona de toscos situados a niveles profundos).
  - Tipo 4f: Pantallas de pilotes de 85 cm de diámetro equiespaciados 115 cm con clava mínima de 5.0 m y dos arriostramientos correspondientes a la losa superior y a una línea de estampidores, para diferencias de cotas entre cara superior de losa y fondo de excavación de 13.95 m máximo. (Zona de toscos situados a niveles profundos).
  - Tipo 4g: Pantallas de pilotes de 85 cm de diámetro equiespaciados 115 cm con clava mínima de 5.0 m y dos arriostramientos correspondientes a la losa superior y a una línea de estampidores, para diferencias de cotas entre cara superior de losa y fondo de excavación de 12.05 m máximo. (Zona de toscos situados a niveles profundos).

  Como puede observarse, en los cálculos del tipo 4 se ha considerado una zona representativa de la estratigrafía donde el estrato de los toscos se sitúa a una profundidad de 20,80 m.

En el caso de la pantalla de central, ésta se resuelve mediante pilotes de 85 cm de diámetro equiespaciados 1.15 cm o bien 1.35 cm dependiendo de la carga vertical a la que esté sometida.

La losa de fondo se resuelve mediante una losa convencional de hormigón armado de 25 cm de espesor anclada a las pantallas laterales y central.

En las zonas de ramales de entrada y salida del túnel, se dispone una sección de losa armada con un canto más reducido de 65 cm, al presentar una luz más estricta.



SECCIÓN TIPO 11
ESCALA 1:75

Cabe resaltar que en los alzados de las pantallas aparecen distintas zonas singulares, cuyo origen son:

- Presencia de colectores o servicios profundos que se mantienen en servicio, y que impiden la ejecución de la longitud total o parcial de los pilotes. En estas zonas se disponen una serie de vigas adicionales, que transfieran esfuerzos a los pilotes adyacentes. Adicionalmente se refuerza la losa de fondo, con el fin de mejorar el acodalamiento en situación definitiva, y la transferencia de esfuerzos en el entorno.
- Zonas de cruces en las pantallas para el acceso a las salidas de emergencia. Los pilotes afectados deberán ser ejecutados mediante armaduras de fibra de carbono en los tramos a demoler, en los que se vayan a abrir ventanas de paso. Sobre esas zonas se ejecutará una viga cargadero, que distribuya los esfuerzos a los pilotes adyacentes. Adicionalmente se refuerza la losa de fondo, con el fin de mejorar el acodalamiento, y la transferencia de esfuerzos en el entorno, previamente a las demoliciones parciales de los pilotes afectados.
- En la pantalla central existen zonas de paso de vehículos de emergencia. En los pilotes afectados deberán ser ejecutados mediante armaduras de fibra de carbono en los tramos a demoler, en los que se vayan a abrir ventanas de paso. Sobre esas zonas se ejecutará una viga cargadero, que distribuya los esfuerzos a los pilotes adyacentes. Adicionalmente se refuerzan las losas superiores y de fondo, con el fin de mejorar el acodalamiento, y la transferencia de esfuerzos en el entorno, previamente a las demoliciones parciales de los pilotes afectados.

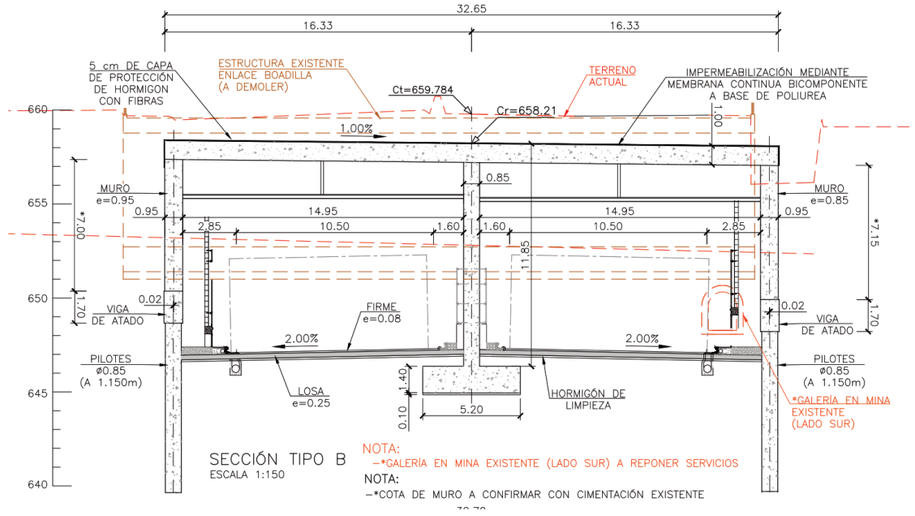
En la colección de planos se incluyen las soluciones planteadas para estas zonas singulares.

4.17.5 Estructuras de los enlaces

En las zonas donde se ubican actualmente los cuatro enlaces del tramo de la A-5 objeto del Proyecto, deberán ejecutarse unas nuevas estructuras que den continuidad al túnel del tronco. Se trata de zonas que presentan ciertas singularidades geométricas, ya que las estructuras existentes son pasos inferiores bajo el tronco de la A-5. El proceso de ejecución de dichas estructuras, en combinación con los desvíos de tráfico y la geometría de las nuevas estructuras se resumen de manera simplificada a continuación.

4.17.5.1 Enlace de la carretera de Boadilla

En esta estructura las cimentaciones de los hastiales extremos se resuelven mediante pilotes, dado que no serían compatibles unas excavaciones para poder construir zapatas. Adicionalmente la presencia de la galería existente de servicios en el lado sur generaría interferencias con las excavaciones y las cimentaciones.



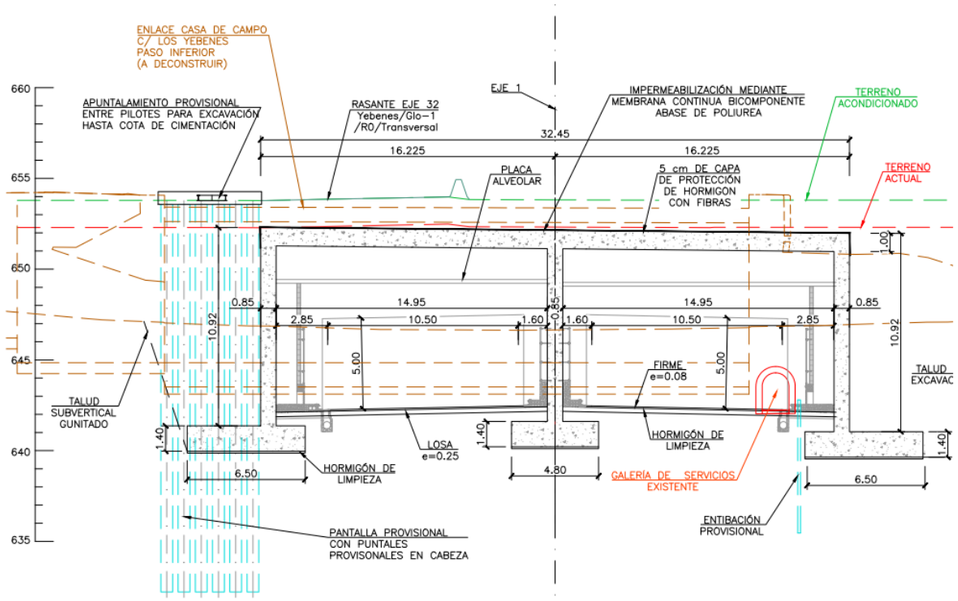
Sección túnel Boadilla

Se diseña por lo tanto una estructura de dos vanos con distancias interiores entre los paramentos de la subestructura de 14,95 metros. La losa superior se resuelve (como en el resto de las estructuras) con un canto de 1 metro y pretensado transversal.

4.17.5.2 Enlace de Yébenes

La nueva estructura se diseña como un pórtico de dos vanos con la misma sección interior libre que las estructuras anteriores: 14,95+14,95 metros. El tablero consiste en una losa pretensada de canto 1 metro, y los hastiales extremos y central presentan un espesor de 85 cm. Todas las cimentaciones se diseñan como directas mediante zapatas, y en el lado norte se diseñan unas pantallas provisionales de contención para minimizar la ocupación de las excavaciones temporales.

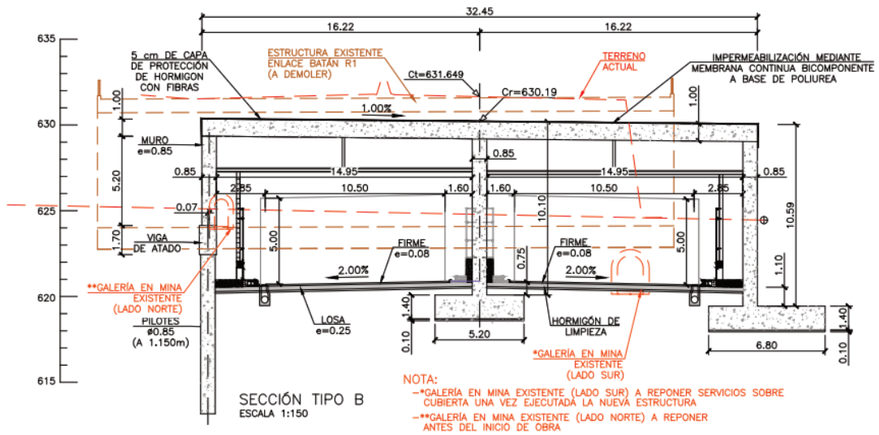
La presencia de la galería de servicios conlleva la ejecución de una entibación provisional en el entorno de la puntera de la cimentación sur.



Sección túnel Yébenes

4.17.5.3 Enlace de Batán

El encaje de la estructura está condicionado por la reposición de la galería de saneamiento que discurre en el entorno del hastial norte en esta zona. Para poder ubicarla resulta necesario disponer una pantalla de contención paralela al hastial norte, para poder generar el espacio para ubicar la reposición.



Sección túnel Batán

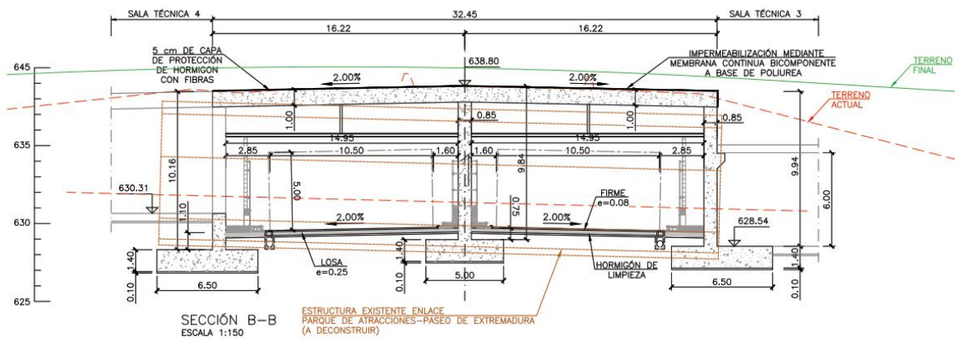
La tipología de esta estructura y su geometría es muy similar a las descritas anteriormente en el resto de los enlaces. En parte del hastial sur pueden disponerse cimentaciones directas, por las geometrías de las excavaciones y los desvíos planteados.

4.17.5.4 Enlace de Parque de Atracciones

La estructura del tronco del túnel se resuelve de nuevo mediante un pórtico de dos vanos, con luz libre interior de 14,95 metros y cimentaciones directas. El tablero es una losa pretensada de canto 1 metro. La singularidad de esta estructura radica en la presencia de los cuartos técnicos de ventilación adyacentes a la misma.

Las conexiones de los cuartos técnicos con el tronco del túnel conllevan una serie de ventanas de conexión en los hastiales que comparten, que deben comunicar tanto la rasante del túnel como la cámara de ventilación superior en algunos tramos.

La losa de cubierta de la Sala Técnica 4 (ubicada al norte) está ubicada a la misma cota que la estructura del tronco en su contacto, si bien presenta unos rebajes hacia el norte que permiten una mejor integración con la urbanización. En el caso de la Sala Técnica 3 (ubicada al sur) su cubierta está rebajada respecto a la del túnel en el contacto, con la intención de evitar que afloren volúmenes en superficie, y permitir una mejor integración con la urbanización. Ambas cubiertas laterales están conectadas de manera monolítica con la estructura del túnel, con soluciones que permiten su construcción en diferentes fases de ejecución.

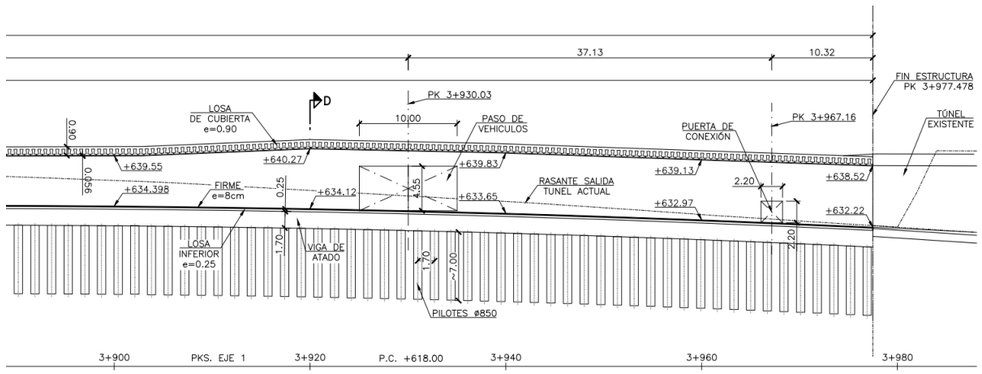


Sección túnel Parque de Atracciones

4.17.6 Estructura de conexión con el túnel existente

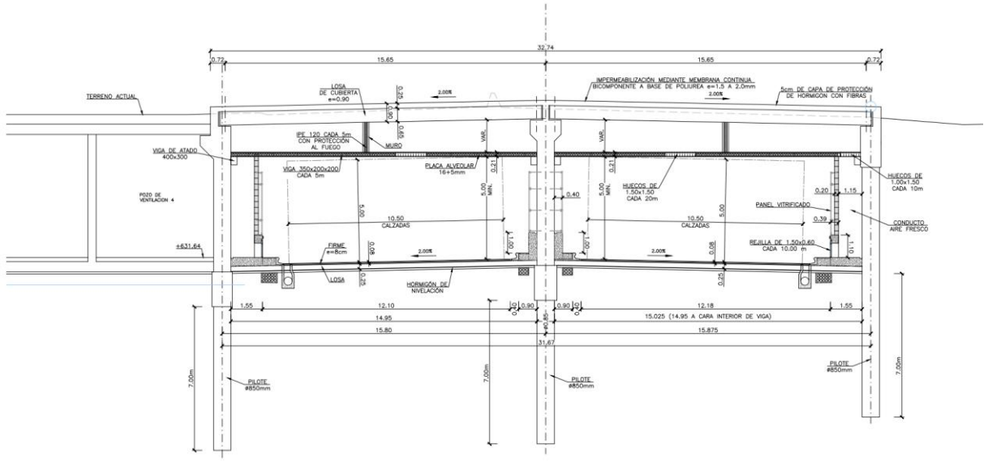
El tramo final del túnel objeto del Proyecto conecta con el túnel existente de Avenida de Portugal. La estructura de transición entre ambos elementos se ha diseñado mediante una solución de tablero con vigas prefabricadas "a tope", debido a los condicionantes que imponen los desvíos temporales y las dificultades de montaje y desmontaje de cimbras en este tramo. La longitud de esta estructura de conexión es de 240,4 metros.

Las vigas prefabricadas del tablero presentan un canto de 65 cm, entre cuyas almas (y sobre ellas) se ejecuta una losa in situ de 25 cm de espesor, configurando un canto total de 90 cm. La imagen final de la cubierta del túnel en esta zona seguirá siendo la de una losa maciza, aunque haya sido construida mediante elementos prefabricados. La losa in situ conectará de manera monolítica con los espaldones de los cargaderos, materializando una estructura monolítica.



Alzado conexión túnel existente

El tronco del túnel tiene adyacentes sendas salas técnicas de ventilación, tanto en el lado norte como en el sur. Las cubiertas de las salas técnicas estarán integradas con la estructura principal del túnel, si bien los detalles entre las mismas permiten ejecutarlas en diferentes etapas constructivas.



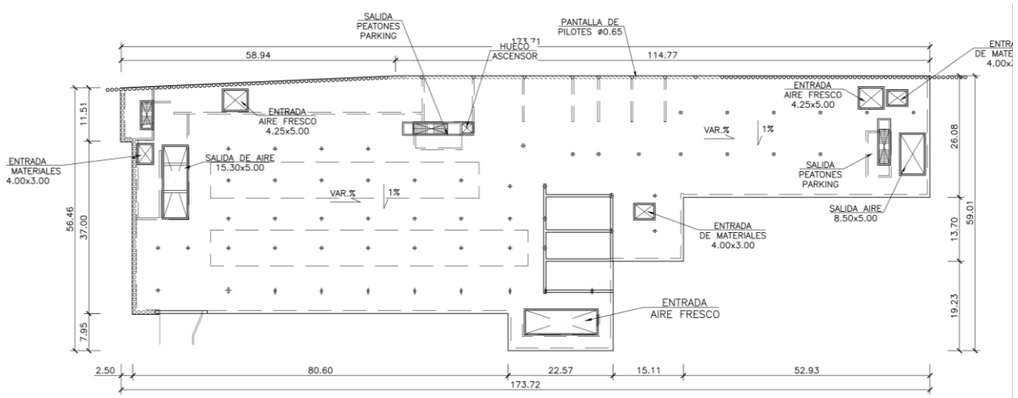
Sección tipo conexión túnel existente

Los hastiales se resuelven mediante pantallas de pilotes, con el fin de minimizar excavaciones en entorno.

La estructura presenta una zona singular, adyacente al ramal existente que sale del túnel de Avenida de Portugal en la zona norte. Esta estructura está ejecutada mediante pantallas, y con el fin de minimizar la descompensación de empujes al ejecutar nuestra obra, se han previsto una serie de inyecciones en el trasdós de la pantalla ubicada al norte, de tal modo que prácticamente desaparezcan los empujes sobre la misma, al cohesionar el trasdós. Para materializar el apoyo norte de la nueva cubierta del túnel se diseña una alineación de pilotes sobre la que se ejecuta una viga de atado y un muro continuo de 50 cm de espesor, adyacente a la pantalla del ramal existente.

4.17.7 Estaciones de ventilación

El túnel proyectado requiere tres salas técnicas que deben albergar las instalaciones de ventilación. En el Lote 1 queda ubicada la Estación de Ventilación de Sanchorreja, que cumple una doble función con un nivel de aparcamiento intermedio. En el entorno de las calles Sanchorreja y Alverja se ha conjuntado la demanda de un aparcamiento en la zona, con la ubicación de una de las estaciones de ventilación. De este modo se optimiza el coste de inversión situando el aparcamiento subterráneo bajo las zonas deportivas y verdes del entorno de la calle Sanchorreja, que quedarán completamente repuestas tras la actuación.



En el diseño general del aparcamiento se han tenido en cuenta las características geométricas del área de ocupación, que aconseja la utilización de varias calles de circulación y maniobra, con plazas a uno o ambos lados de dimensiones adecuadas a su sentido de circulación.

Se optado por un diseño de viales de sentido único, de 5,00 m de anchura, lo que permite ordenar la circulación proporcionando una adecuada funcionalidad y seguridad. En total se han definido 2 viales perimetrales, perpendiculares a la rampa de acceso, y un vial longitudinal central, lo que proporciona una cómoda circulación en anillos, según queda reflejado en los planos.

Las dimensiones de las plazas de aparcamiento son de 2,50x5,00 m, a las que hay que añadir las destinadas a uso exclusivo de personas con movilidad reducida (PMR), de 3,60 m de anchura y 5,00 m de longitud. Para facilitar los movimientos a los usuarios, las plazas destinadas a PMR se han situado junto al núcleo central de comunicación vertical que dispone de un ascensor adaptado.

La altura libre entre forjados es de 2,50 m, lo que supera lo exigido en la Normativa municipal (*Art. 7.5.25. Altura libre en garajes públicos*, la altura libre de piso será de 2,30 m en planta primera). Como se ha definido una estructura de cubierta con una losa maciza, de 0,50 m de espesor, el gálibo se mantiene en todos los puntos, a excepción de los cruces de los conductos de ventilación e instalaciones, sin afectar a la maniobrabilidad de las plazas y circulación de peatones.

Se cumple con el *Art. 7.5.26 Otras condiciones de diseño (N-2)*. "Los aparcamientos públicos que se construyan bajo espacios libres se diseñarán de forma que la cubierta pueda soportar una capa de tierra de ciento treinta (130) centímetros de espesor y una densidad de 1,75 kg/dm^3"., ya que se ha dimensionado para resistir una capa de tierra de 150 cm de espesor y una carga de 2 kg/dm^3.

El acceso de vehículos se realiza a través de un único punto en la calle Sanchorreja, mediante una rampa de 7,00 m de anchura y 9,6% de pendiente, con dos carriles independientes para entradas y salidas, dispuesta en perpendicular a la calle. Cuenta con elementos de protección lateral y de separación central.

Se han definido tres accesos peatonales dispuestos en puntos singulares tanto de la urbanización como del aparcamiento. Se ha previsto integrar los accesos en lucernarios de luz natural en tres de los vértices de la planta identificándose claramente desde cualquier punto interior por la inundación de luz natural y por su clara visibilidad hacia el exterior. El acceso principal se sitúa en paralelo a la urbanización de la A5, y se integra junto al núcleo de servicios del aparcamiento (aseos e instalaciones); el segundo se sitúa junto a la rampa de vehículos y el tercer núcleo se sitúa en el extremo este, próximo a la chimenea de ventilación de la estación de ventilación.

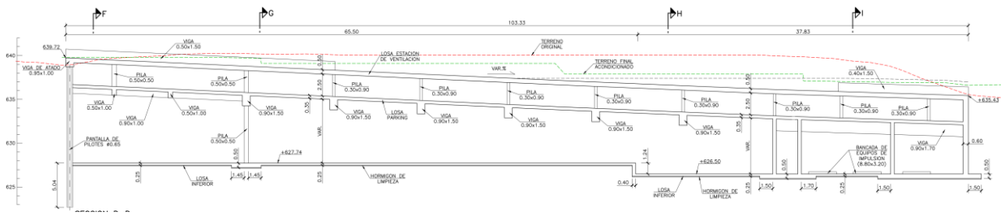
El principal núcleo de comunicación vertical cuenta con una escalera de tramos rectos de 1,80 m de anchura y un ascensor con capacidad para 4 personas y adaptado para PMR, vestíbulo de independencia y ventilación natural. El del extremo oriental también dispone de escalera de tramos rectos, vestíbulo de independencia y ventilación natural. La segunda salida junto a la rampa de vehículos se realiza a través de la rampa peatonal. La disposición de las tres salidas, de fácil localización y señalización, garantizan debidamente su funcionalidad, así como la evacuación del aparcamiento ante una posible situación de emergencia, cumplen con la Ordenanza de Prevención de Incendios.

Se cumple con la dotación de plazas para personas con movilidad reducida (PMR), "reserva de una plaza para PMR por cada veinticinco o fracción", así como con el resto de las exigencias establecidas en la normativa vigente.

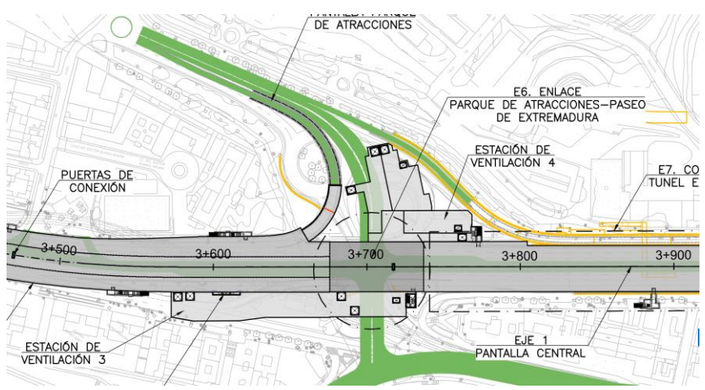
El aparcamiento se completa con una dotación de servicios complementarios entre los que podemos citar los siguientes:

- Aseos. Se disponen junto al acceso principal y área de control: aseos masculinos (dotado de lavabo, urinario, e inodoro independiente), femeninos (dotado de lavabo y dos inodoros) y aseo de uso exclusivo para PMR.
- Cuartos para los equipos de Ventilación forzada. Se han previsto dos cuartos situados en las esquinas norte del aparcamiento junto a las salidas de instalaciones de la Estación de Ventilación. Cuentan con una superficie aproximada de 22,00m^2.
- Cuarto de Control, próximo a la rampa de acceso, se destina a albergar los elementos de Control de las Instalaciones y Cuadros generales. Dispondrá de ventilación independiente.
- Local destinado al Grupo Electrógeno.

En lo referente a las soluciones estructurales aplicadas en las estaciones de ventilación que quedan adyacentes al túnel, las soluciones de muros laterales combinan tramos de pantallas de pilotes y de muros in situ, en función de la posibilidad geométrica (o no) de realizar excavaciones para la ejecución de cimentaciones directas. Todas las cubiertas se han diseñado mediante losas de hormigón armado in situ, que optimizan el comportamiento estructural global y permiten garantizar los apuntalamientos superiores entre elementos de contención perimetrales.



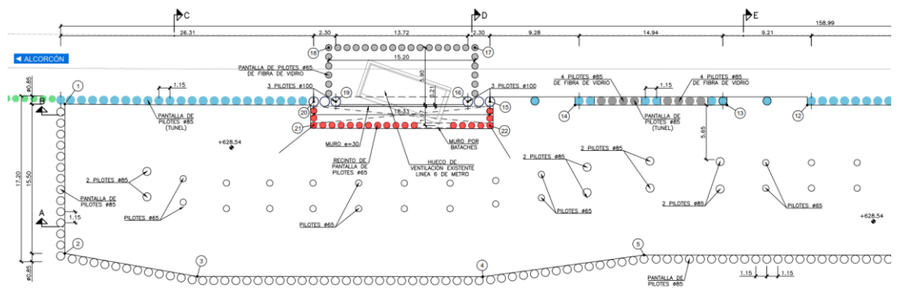
En el Lote 2 quedan ubicadas las estaciones de ventilación de Parque de Atracciones norte y sur.

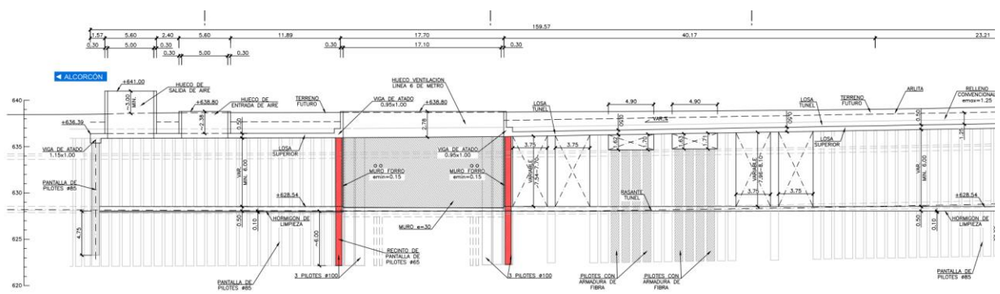


Con el fin de minimizar los volúmenes en superficie se han diseñado diferentes niveles en las cubiertas de las estaciones, pretendiendo conseguir que la superficie final de la urbanización quede lo más integrada posible en el entorno.

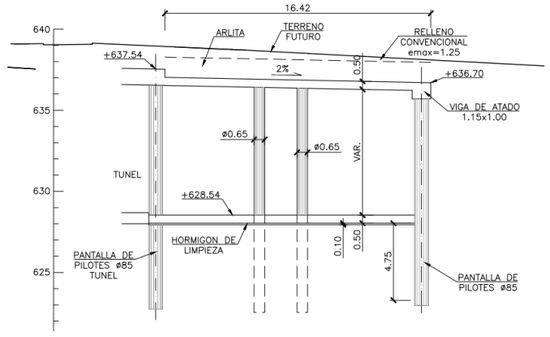
En lo referente a las soluciones estructurales aplicadas en las estaciones de ventilación que quedan adyacentes al túnel, las soluciones de muros laterales combinan tramos de pantallas de pilotes y de muros in situ, en función de la posibilidad geométrica (o no) de realizar excavaciones para la ejecución de cimentaciones directas. Todas las cubiertas se han diseñado mediante losas de hormigón armado in situ, que optimizan el comportamiento estructural global y permiten garantizar los apuntalamientos superiores entre elementos de contención perimetrales.

En el caso de la estación de ventilación de Parque de Atracciones Sur, presenta la singularidad de resolver en su entorno la reposición de una chimenea de ventilación de la Línea 6 del Metro. Con motivo del Proyecto existe una interferencia geométrica con dicho elemento, que se reubica fuera de la planta del tronco del túnel.

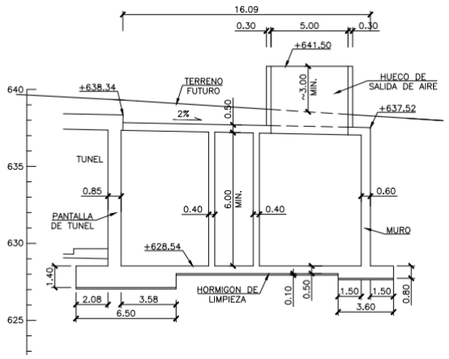




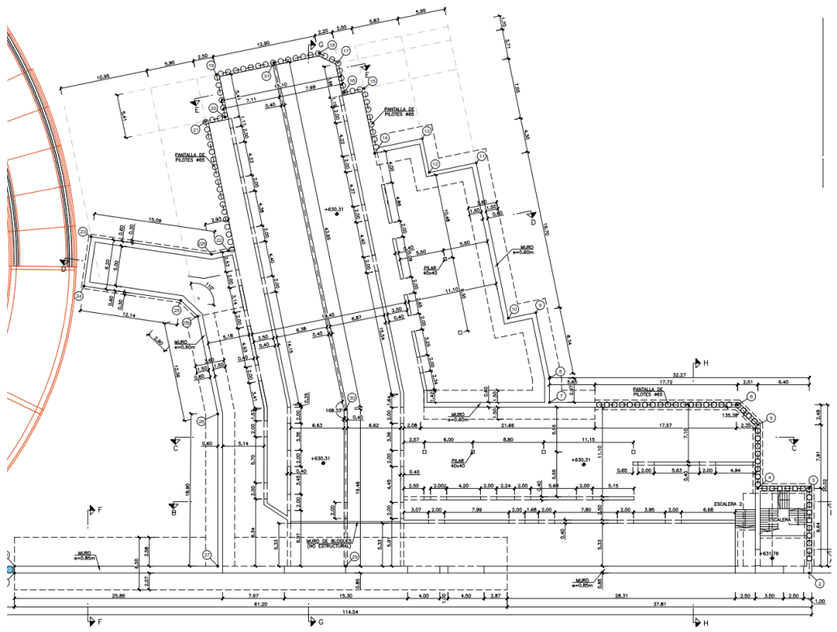
La estación sur se ejecuta desde la superficie, mediante la ejecución de pantallas y pilas – pilote en los apoyos intermedios. La losa armada de cubierta se ejecutará hormigonando contra el terreno en superficie.



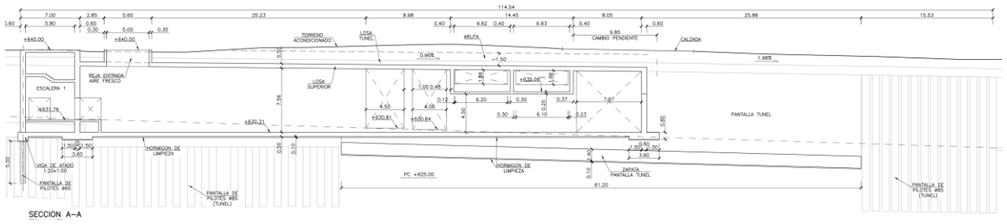
Este proceso constructivo es diferente en el tramo más próximo Madrid Centro, por presentar otros condicionantes geométricos y de desvíos.



En el caso de la estación de ventilación Norte, su encaje geométrico está condicionado tanto por los requisitos de las instalaciones, como por el planeamiento urbanístico en esta zona.



Al igual que ocurre con la estación sur, presenta una serie de huecos de conexión al tronco del túnel para el correcto funcionamiento de las ventilaciones.



4.17.8 Pasos de vehículos y puertas de conexión

Ambos tubos del túnel deben presentar una serie de comunicaciones transversales en alguno puntos de paso concretos. Se disponen dos tipos de comunicaciones transversales: puertas de conexión y pasos de vehículos de emergencia. La presencia de estos elementos de comunicación obliga a suprimir una serie de pilotes en la pantalla central, lo cual conlleva “puentear” la carga de esas puertas tanto reforzando los pilotes adyacentes, como disponiendo unas vigas de refuerzo longitudinales en la losa de cubierta. Al quedar ubicadas en el espacio de la mediana estos elementos de refuerzo no presentan interferencias con el resto de los elementos del túnel, ni con los flujos de ventilación.

4.17.9 Salidas de emergencia

A lo largo del túnel se disponen un total de 36 salidas de emergencia, con el fin de garantizar la capacidad de evacuación del mismo, ante una incidencia grave. Dependiendo de la profundidad de la rasante existen dos tipologías básicas de salida de emergencia, que se particularizan en detalle para cada caso.

El Anejo Nº11 incluye todos los detalles de los diferentes estudios y diseños estructurales que se han llevado a cabo, para cada uno de los lotes del Proyecto.

4.18 INSTALACIONES DEL TÚNEL

4.18.1 Introducción

El presente proyecto de redacción incluye el Soterramiento de la Autovía A5 en Madrid, entre el actual acceso al túnel existente de la Avenida de Portugal, hasta superar la Avenida de Padre Piquer (dirección Badajoz).

El nuevo túnel tendrá una longitud aproximada de 3,4 km, que deberá coexistir y funcionar de manera coordinada con los 43 km que ya tienen los túneles de Calle 30 en la actualidad.

Las instalaciones y equipamientos de seguridad se han diseñado teniendo en cuenta el Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, las Especificaciones Técnicas de Bomberos y Calle 30, y las directrices internacionales teles como CETU (Centre D’estudes des Tunnels) y la PIARC.

El proyecto incluirá todas las instalaciones y equipamiento de seguridad necesarios para el buen funcionamiento del mismo en régimen de explotación.

El túnel contará con aceras transitables para peatones, para que los usuarios del túnel las empleen en caso de avería. La anchura del espacio esta entre 0,75 y 0,80 m y el gálibo mínimo vertical sobre la acera es de al menos 2,50 m.

A lo largo del túnel se han previsto Salidas de Emergencia directamente al exterior y situadas en el lateral de cada "tubo", con un máximo de 200 m entre salidas.

Como medidas adicionales de seguridad para los servicios de emergencias, se han previstos dos apartaderos de 100 m de longitud en el punto medio del túnel, que se han situado una en cada sentido. Además, se han previsto comunicaciones entre los "tubos" para vehículos de emergencia, cada 1000 m aproximadamente y comunicaciones a pie (para uso exclusivo de personal de emergencia) cada 250 m.

Las instalaciones y equipamientos proyectados son los siguientes:

- Aceras de seguridad y evacuación
- Salidas de emergencia
- Barreras exteriores
- Cruce de la mediana fuera de la boca
- Apartaderos
- Extintores
- Circuito cerrado de TV
- Sistema informático de extracción de humos, automático y manual
- Iluminación normal, de seguridad y de emergencia
- Ventilación
- Suministro eléctrico
- Generadores de emergencia
- Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI)
- Detectores de monóxido de carbono
- Opacímetros
- Cables para detección de incendios
- Detección automática de incidentes
- Puestos de emergencia
- Estaciones de emergencia
- Señalización luminosa del túnel, y de las salidas y equipamientos de emergencia
- Paneles de señalización variable
- Semáforos exteriores e interiores
- Megafonía
- Red de hidrantes
- Aforadores
- Sistema de radiocomunicación para servicios de emergencia
- Mensajería de emergencia por canales de radio para usuarios
- Sistema de control de gálibo

4.18.2 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

4.18.2.1 VENTILACIÓN DE TÚNEL

Se plantea la instalación de ventilación en el tramo de túnel a soterrar, siguiendo como referencia el R.D: 635/2006 (por tratarse de un túnel unidireccional y contar con una longitud superior a 1.000 m), y a la normativa propia de Calle 30 relativa a esta instalación. Además, este tramo objeto de estudio, conecta con otro tramo soterrado en la actualidad, estando el mismo dotado de sistema de ventilación.

El total de tramo de túnel soterrado comprende desde el P.K. 1+190 hasta el P.K. 3+977, donde conecta con el actual soterramiento de la Avenida Portugal, comprendiendo el Lote 1 desde dicho inicio en el P.K. 1+190 hasta el P.K. 2+500 y el Lote 2 desde el 2+500 hasta el 3+980.

Para definir el tipo de sistema de ventilación diseñado, se han seguido, además de la normativa aplicable de ámbito internacional, la normativa específica de Calle 30, la cual describe y define los sistemas de ventilación para las diferentes tipologías de túnel. Como sistema principal a implantar, la normativa de Calle 30 indica que se dispondrá un sistema de ventilación transversal, adaptándose éste a la tipología de la estructura. En el caso del soterramiento que nos ocupa, al tratarse de un túnel entre pantallas profundo, la estructura resultante permite albergar en su parte superior, una cámara, pudiéndose destinar este espacio a los conductos de impulsión y extracción necesarios para la inyección y extracción de aire del sistema transversal. Por tanto, se plantea como solución principal un sistema de ventilación transversal puro, con puntos de extracción en el techo y puntos de impulsión a nivel de calzada.

Este sistema transversal es el indicado por la normativa de Calle 30 para su red de túneles, y el especificado por las recomendaciones internacionales, tales como CETU (Centre d'Études des Tunnels), por la naturaleza urbana del túnel en el que se esperan altas intensidades de tráfico y posibles retenciones, por lo que es de vital importancia seleccionar un sistema de ventilación que permita que la evacuación de usuarios se desarrolle bajo unas condiciones seguras ya que este modo de funcionamiento es el adecuado para los escenarios de incendio con tráfico lento o congestión donde el escape de los usuarios pasa por la creación de una zona de seguridad bajo los humos que quedan estratificados en la parte superior de la sección. Para ello sería preciso la disposición de dos conductos: uno de extracción conectado al túnel mediante trampillas situadas en la parte superior del túnel para la evacuación de aire

viciado o humos y otro de aire fresco que a través de pequeñas boquillas situadas en la parte de la sección aportarían aire fresco al interior del túnel.

El tramo de entrada al túnel desde Alcorcón, en una reducida longitud de unos de 350 m, tiene una solución de ventilación longitudinal mediante ventiladores de chorro, con extracciones y aportes de caudales a los cantones de ventilación transversal adyacentes, de manera que el aporte de aire fresco y extracción de aire viciado y humo se hace desde el pozo de ventilación.

En cuanto a las longitudes previstas para los cantones (que sería la longitud máxima en la que se confinaría el humo en caso de incendio), se propone en la normativa de Calle 30 la disposición de cantones de ventilación de unos 600 metros de longitud tanto para la extracción como para la inyección de aire, en los cuales se incorporan las aberturas al túnel (rejillas de extracción y rejillas de impulsión respectivamente) que no han de estar telecomandadas aunque sí dotadas de una compuerta para su regulación (ésta se realiza de una vez por todas durante la fase de puesta en marcha). Como excepción, sí estarán telecomandadas las rejillas de extracción de techo de los cantones adyacentes al tramo de entrada al túnel desde Alcorcón, con el fin de coordinar las actuaciones de emergencia y asegurar el confinamiento del humo entre ambos cantones.

Considerando la longitud de referencia para los cantones de 600m, la longitud total del tramo a soterrar, y los espacios disponibles para ubicar los pozos de ventilación, resultan para el total del tramo soterrado dos pozos de ventilación (numerados del 2 al 3), y un total de 5 cantones de ventilación para cada calzada, (numerados del 2 al 6). Sólo el pozo 2 está incluido en el Lote 1, atendiendo dicho pozo a los cantones 2, 3 y 4 de ambas calzadas. El cantón 4 tiene parte de su longitud en el Lote 1 y parte en el Lote 2. Se representa en la siguiente figura el esquema de pozos y cantones del total del soterramiento, así como el punto de división entre el Lote 1 y el Lote2:

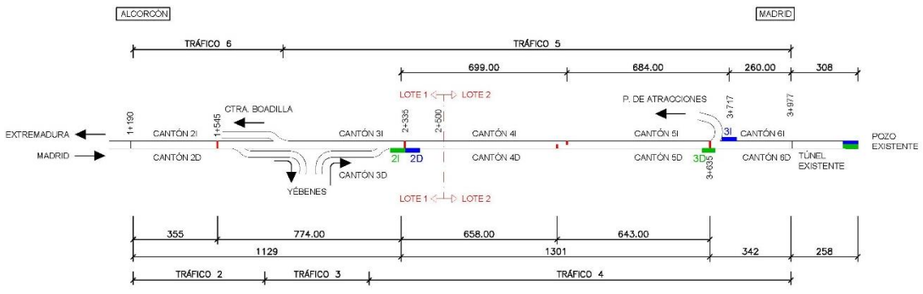


Figura 3.- Esquema de pozos, cantones y lotes del total del tramo soterrado

Los ventiladores, tanto de impulsión como de extracción, se alojarán en sala de ventilación independientes, disponiéndose uno o dos ventiladores independientes por cada cantón (tanto extracción como soplado) con un sistema de registros previstos para cubrir los modos degradados de funcionamiento en caso de incendio. El conjunto de estas salas de ventilación, junto con las salas técnicas necesarias de otras instalaciones, conforman los pozos de ventilación, habiéndose previsto un total de 2 pozos de ventilación (perteneciendo al presente Lote 1 sólo uno de ellos, el llamado Pozo 2), atendiendo cada uno de ellos a dos cantones de ventilación de cada calzada, es decir, 4 cantones en total, y por tanto 8 salas de ventilación en cada pozo, 4 de extracción y 4 de impulsión.

Se prevén dampers motorizados en las conexiones de los conductos del túnel con las salas de ventilación, así como en los paramentos que conectan conductos de ventilación contiguos, con el fin de que los ventiladores cuenten con un ventilador de auxilio en caso de fallo. Es decir, en caso de ser necesario por fallo de un ventilador, éste será auxiliado por el ventilador del cantón contiguo. También, en el inicio del conducto de extracción junto a la sala de extracción, se prevén dampers motorizados para que el sistema pueda operar en modo pozo en caso de incendio, que será el modo de extracción en el que se opere para extraer el humo cuando haya finalizado la evacuación de personas. Los dampers ubicados en circuitos de extracción tendrán una resistencia a la temperatura de 400ºC/2h, y de 250ºC/2h en el caso de los ubicados en los circuitos de impulsión.

La entrada de aire fresco desde el exterior a las salas de ventilación y la salida de aire viciado o humo en caso de incendio, se ubicarán en la zona de toma y descarga de las salas de ventilación y en una zona en la que pueda convivir con los elementos de superficie, de manera que dichos huecos representan la conexión entre el exterior y los pozos de ventilación. Las rejas de salidas de aire y entrada de aire fresco, se han previsto en posiciones alejadas las unos de las otras para evitar que el aire viciado expulsado pudiera ser tomado por los ventiladores de impulsión.

Tanto las salas de impulsión como las de extracción dispondrán de tratamiento acústico, para atenuar el ruido que los ventiladores puedan transmitir al exterior y al túnel, disponiendo cada sala de atenuadores acústicos en el lado calle y en el lado túnel.

Cada estación de ventilación contará con espacio reservado para la instalación tanto de equipos de filtrado de partículas con precipitadores electrostáticos, como adicionalmente equipos de filtrado de gases mediante carbón activo. En primera instancia se instalarán los equipos de filtros electrostáticos de partículas, si bien las estaciones de ventilación han sido diseñadas para una eventual futura instalación adicional de filtros de carbono, aunque en un principio no es previsible que sean necesarios, teniendo en cuenta la reducción actual del número de vehículos diésel en relación con los de gasolina y el incremento del número de vehículos eléctricos bajo la política establecida por el Parlamento Europeo, donde se aprueba el fin de los coches de combustión (incluidos híbridos) en 2035. No obstante, en el hipotético caso de que los sensores de medición de gases tóxicos en el interior del túnel detectaran valores que así lo aconsejaran, se procedería a la instalación adicional de los filtros de carbón activo en los emplazamientos previstos para los mismos. Para la sección de filtrado de partículas, se han previsto precipitadores electrostáticos, que serán alimentados eléctricamente y controlados con un PLC, disponiendo además de un sistema de lavado de dichos filtros. Las unidades de filtración electrostática

se han seleccionado para el caudal máximo de extracción previsto en cada cantón y para que el rendimiento sea de al menos el 80% para los rangos de partículas PM1, PM2.5 y PM10.

Siguiendo las especificaciones de Calle 30, la estación de filtrado de partículas citada deberá contar para el caso de incendio con un camino alternativo que facilite la extracción del humo sin necesidad de pasar éste a través de los filtros. Para ello se prevén dampers motorizados con resistencia 400ºC/2h ubicados sobre las estaciones de filtración, de modo que éstos abrirán en caso de incendio, by-paseando el humo los filtros.

El túnel cuenta con ramales de acceso y salida al tronco de reducida longitud, por lo que para ellos se prevé un sistema de ventilación longitudinal mediante ventiladores de chorro.

La potencia de incendio considerada en el cálculo es de 30 MW, que se corresponde con un fuego debido al incendio de un vehículo pesado sin mercancías peligrosas, siendo ésta además la potencia mínima exigida por el Real Decreto y por las Especificaciones de Calle 30 (CEMIM).

4.18.3 PRESURIZACIÓN SALIDAS DE EMERGENCIA

El tramo a soterrar cuenta con varias vías de evacuación, mediante escaleras de emergencia que conectan el túnel con el exterior. Para asegurar una evacuación adecuada y la no entrada de humo a las mencionadas vías de evacuación, se prevé la presurización de dichas escaleras.

Para dotar a las vías de evacuación de una mayor seguridad se disponen en las escaleras de vestíbulos intermedios de entrada, los cuales deben estar presurizados en caso de incendio para impedir la entrada de humo desde el túnel a la escalera.

Se impulsará aire por medio de ventiladores a los vestíbulos, mediante un conducto y compuertas. Este aire comenzará a presurizar la zona generándose una velocidad del aire de 1m/s a través de las puertas. El control de la presurización se realizará por medio presostatos diferenciales para mantener un máximo de 50-80 Pa.

Con el fin de garantizar la sobrepresión de las vías de evacuación se instalará para cada salida de emergencia dos ventiladores, uno de reserva, del 100% de las necesidades.

4.18.4 VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN DE CUARTOS TÉCNICOS

— Ventilación de cuartos técnicos

Para los cuartos de centros de transformación se prevé un sistema de ventilación forzada, que renueve el aire del local y permita mantener la temperatura del mismo dentro de los límites de funcionamiento del centro. El cuarto destinado al grupo electrógeno también contará con ventilación mediante la conexión del radiador directamente al exterior y la reposición del aire mediante impulsión forzada con un ventilador.

— Presurización de cuartos técnicos

Todos los cuartos en general dispondrán de un sistema de presurización con el fin de evitar la entrada de polvo y conseguir un mejor estado de los equipos durante más tiempo. Para los cuartos que ya dispongan de ventilación la presurización se realizará impulsando más caudal que el que se extrae. La presurización se dimensiona siguiendo lo especificado en la Norma UNE EN 12101-6 "*Especificaciones para los sistemas de diferencial de presión*".

Los ventiladores actuarán o pararán en función de la lectura de un presostato diferencial que mantenga la presión del cuarto entre 15-50Pa.

— Climatización de cuartos técnicos

Para los cuartos de baja tensión y variadores y cuartos de control y comunicaciones se prevé un sistema de climatización mediante equipos de precisión que permiten disipar el calor emitido por los equipos electrónicos. Con este sistema se pretende que en dichos cuartos no se sobrepase una temperatura máxima establecida como límite la cual una vez excedida se podrían producir fallos de funcionamiento.

4.18.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Para el suministro de electricidad del tramo de túnel a soterrar se prevé la instalación de dos centros de transformación. Los centros se ubicarán de acuerdo a referencias de trazado del proyecto en los P.K. 2+300 y 3+700, perteneciendo respectivamente al lote 1 y lote 2, junto a las cargas que demandan mayor potencia como son los ventiladores de extracción e impulsión de pozo, dividiendo de esta forma la alimentación eléctrica desde cada centro de transformación en dos sectores correspondiendo con los cantones de ventilación establecidos para cada pozo.

La conexión de los dos centros con la red de media tensión de Madrid Calle 30 se realizará mediante una conexión en anillo en los centros de transformación existentes en el tramo de la Avenida de Portugal denominados AP-CT1 y AP-CT2 donde se dispondrá una celda de protección en cada uno de ellos.

Desde el punto de vista de suministro los dos nuevos centros de transformación formarán dos nuevas agrupaciones, la primera (agrupación 20) compuesta por un único centro de transformación A5-CT2 corresponde al presente lote 1, y la segunda agrupación que corresponderá al lote 2, se realizará integrando el nuevo centro de transformación A5-CT3 a la agrupación 15 existente en la Avda. de Portugal entre los centros de transformación AP-CT1 y AP-CT2, quedando de esta forma la Red Segura de Madrid Calle 30 a estar formada por un total con 20 agrupaciones.

El nuevo centro de transformación A5-CT2 correspondiente a presente lote 1 dispondrá de una nueva acometida procedente de la Subestación Eléctrica denominada "Ventas de Alcorcón" ubicada en las proximidades, perteneciente a Iberdrola, capaz de suministrar la carga demandada por los dos centros.

Para el centro de transformación A5-CT2 se dispondrá un grupo electrógeno de 350kVA para el

suministro de los servicios esenciales durante un mínimo de 8 horas.

La agrupación 15 existente en el lote 2, ya dispone de un grupo electrógeno de 550kVA el cual será capaz de asumir el suministro en baja tensión de los cuartos técnicos A5-CT3 en caso de emergencia.

Todos los elementos instalados en los Centros de Transformación estarán motorizados y podrán ser telemandados u operados manualmente, a excepción de las conexiones de puesta a tierra.

Cada núcleo de cuartos técnicos dispondrá de una unidad SAI, siendo de 200kVA para el ubicado en el P.K. 2+300 correspondiente al presente lote 1 y de 160 kVA para el situado en el P.K. 3+700 (que corresponde al lote 2), ambos con una autonomía mínima de 15 minutos a instalar en los cuartos de Baja Tensión, dimensionadas para cubrir, los sistemas de comunicaciones, vigilancia, detección lineal de incendios, autómatas y elementos de control de ventilación, media tensión, control de accesos, iluminación de seguridad, iluminación de salidas de emergencia, postes SOS, sensores atmosféricos y ambientales, señalización, presurización de vestíbulos de salidas de emergencia y PCI de cuartos técnicos.

De esta forma el suministro de energía eléctrica del túnel proyectado dispondrá de tres niveles de seguridad:

- Servicio Normal. - Correspondiente con el funcionamiento de los diferentes equipos y sistemas en condiciones normales. Los túneles son alimentados por el conjunto de acometidas en Media Tensión procedentes de las compañías suministradoras de energía, Unión Fenosa e Iberdrola, que alimentarán a todos los equipos de los túneles, con sus correspondientes simultaneidades, incluso en el caso correspondiente al caso de incidente, cómo puede ser el caso de incendio.

- Servicio de Respaldo. - Correspondiente con el funcionamiento de los diferentes equipos y sistemas cuando la fuente de alimentación Normal ha fallado. En este caso cuando falla una acometida procedente de la Compañía Suministradora cada centro de transformación conectado en anillo a la red de Media Tensión perteneciente a Madrid Calle 30, dispone de una segunda alimentación de respaldo, constituida por el resto de acometidas exteriores que forman la red interna de Media Tensión de Madrid Calle 30, procedentes de subestaciones y Compañías Suministradoras diferentes, de forma que se garantiza las mismas funcionalidades que en el caso de Servicio Normal.

- Servicio de Emergencia. - Cuando no se disponen ni de la fuente de alimentación Normal, ni de la fuente de alimentación de Respaldo, en este caso el suministro en Baja Tensión de los túneles de Madrid Calle 30 se alimenta a través de la denominada Red Segura de Baja Tensión, la cual divide el suministro en Baja Tensión de todos los cuartos técnicos que conforman la red de Madrid Calle 30 en un total de 19 agrupaciones, estando equipadas cada una de ellas con un grupo electrógeno de emergencia para el suministro de los todos los servicios esenciales, y cada cuarto de Baja Tensión de una unidad SAI para evitar el paso por cero en estos servicios.

El cable a emplear en la red de Media Tensión será de Aluminio recocido clase 2, según UNE-EN 60228 de tensión asignada 12/20 KV, de sección normalizada 400 mm², libres de halógenos, de limitada opacidad de humos y baja acidez y corrosividad de los gases emitidos durante la combustión, no propagador del incendio designación HEPRZ1FA3Z1-2OL (AS) unipolar, con protección mecánica y antiroedores.

Los cables a emplear en la red de distribución de Baja Tensión serán de alta seguridad y de seguridad reforzada, con las siguientes características:

Conductores de Alta Seguridad. No propagadores del incendio Cu 0,6/1 KV RZ1F3Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 para uso en aquellas instalaciones que no sean críticas, tales como al alumbrado general de túnel, equipos con baterías autónomas, conexión entre el secundario del transformador de potencia y el cuadro general de baja tensión, receptores situados en zonas de seguridad, etc....

Conductores de Seguridad Reforzada. Resistentes al fuego Cu 0,6/1 KV RZ1F3Z1-K Mica (AS+) Cca-s1b, d1,a1 para uso en aquellas instalaciones que sean críticas tales como alarmas, alumbrado de seguridad de túnel, dispositivos de seguridad, sistema de ventilación, bombas de agua, megafonía, etc. que requieran continuar funcionando durante un incendio para asegurar la evacuación de las personas y facilitar las tareas de los equipos de extinción.

La canalización principal del cableado a lo largo del túnel estará constituida principalmente por bandeja de rejilla de acero inoxidable AISI 316, se instalarán 4 bandejas por ambos hastíales, 3 de 200x60 mm para las instalaciones de alumbrado, electricidad ITS y comunicaciones, 1 bandeja de 300x60 mm para la instalación de fuerza y una bandeja de 600x105mm por cada hastial el sistema de ventilación mediante jets. En el interior de las galerías de emergencia se tenderá una bandeja para la alimentación de los elementos ubicados en la misma.

En el interior del túnel discurriendo por las aceras de ambos hastiales, se dispondrán un mínimo 6 de tubos de 160mm para electricidad baja tensión y comunicaciones, y 2 tubos de 200 mm para la instalación eléctrica de Media Tensión en ambos hastiales.

Todos los equipos de campo ubicados en el techo o hastial de túnel, estarán alimentados preferentemente desde las bandejas tendidas a lo largo del túnel, pudiéndose alimentar mediante canalización subterránea bajo tubo elementos concretos cómo son los postes SOS, estaciones ETD y en general equipos que necesiten cimentación.

En el exterior de túnel esta canalización estará formada por 4 y 2 tubos de 110 mm para las instalaciones de comunicaciones y elementos de campo (paneles, ETD´S, gálibos, TVCC, alumbrado exterior etc.

4.18.6 INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

La instalación de alumbrado del túnel contempla los siguientes sistemas:

- Iluminación normal
- Iluminación de seguridad
- Iluminación de emergencia

- Iluminación de guiado

Conforme al Real decreto 635/2006 cada uno de estos sistemas cumplirá la siguiente función:

La iluminación normal se proporcionará de modo que asegure a los conductores una visibilidad adecuada de día y de noche en la entrada del túnel, en las zonas de transición y en la parte central.

La iluminación de seguridad se proporcionará de modo que permita una visibilidad mínima para que los usuarios del túnel puedan evacuarlo en sus vehículos en caso de avería del suministro de energía eléctrica.

La iluminación de emergencia, estará a una altura no superior a 1,5 metros y deberá proyectarse de modo que permita guiar a los usuarios del túnel para evacuarlo a pie.

La iluminación de guiado se define con el fin de hacer más visible a todos los usuarios del túnel la posición de las salidas de emergencia.

Los niveles de luminancia a lo largo del tronco del túnel han sido calculados para una velocidad máxima en su interior de 70 Km/h y de acuerdo con la publicación del Ministerio de Fomento "Recomendaciones para la Iluminación de Carretera y Túneles". Sin embargo, en los accesos a este tronco, tomaremos una velocidad de 60Km/h, lo que nos da una distancia de seguridad de 60m.

La iluminación permanente o nocturna se colocará en el túnel en la zona lateral del mismo, en los hastiales, a una altura de 4,5m fijados al muro y por encima de ellos irá la bandeja de soporte rígido, sobre la que se realizará el tendido de cables y se colocarán otros elementos, como los conectores, por ejemplo. Esta iluminación será una línea continua de led de luz blanca a lo largo de todo el túnel que garantiza una iluminancia de 2.5 cd/m² durante el día y para condiciones de servicio sin incidentes, en caso de incidente en el túnel se deberá poder subir el nivel lumínico de este alumbrado hasta 4 cd/m², con objeto de tener mayor visibilidad en el mismo.

El alumbrado nocturno o permanente se realizará, mediante el empleo de luminarias led de 1320 lúmenes, eficacia de 129,41lm/W, 4000K Y 10,2W, IP-66, IK-08, regulables, con una implantación bilateral oposición, instaladas a una altura de montaje de 4,50 m, sobre la calzada a iluminar.

La iluminación de refuerzo, estará formada por proyectores led de 63.960 lúmenes, eficacia de 134,65lm/W y 475W, 48.720 lúmenes, eficacia de 143,29lm/W y 340W, 30.240 lúmenes, eficacia de 144lm/W y 210W, 15.120 lúmenes, eficacia de 145,38lm/W y 104W y 7.560 lúmenes, eficacia de 142,64lm/W y 53W, todos ellos con fuente de luz 4000K, IP-66, IK-09 y regulables, instalados por encima del alumbrado permanente.

Los distintos tramos se calculan teniendo en cuenta esta configuración, colocando los proyectores de refuerzo, de manera y cantidad que se alcancen los niveles necesarios en cada zona.

Desde el Centro de Control se podrá gobernar de una forma flexible y dinámica cada uno de los controladores locales para poder establecer una iluminación determinada por tramos dentro del túnel.

El alumbrado de seguridad del túnel, para permitir la evacuación del mismo dentro del vehículo, en caso de avería del suministro de energía eléctrica, estará constituido por las luminarias de alumbrado permanente o nocturno, alimentadas 1 de cada 7 desde un Sistema de Alimentación Ininterrumpida SAI. El alumbrado de seguridad se instalará a lo largo de todo el túnel, y garantizará un nivel de luminancia como mínimo del 10% de la luminancia de la zona interior del túnel (0,1 Lin) ó de 0,2 cd/m².

El alumbrado de emergencia, destinado a guiar a los usuarios del túnel para evacuarlo a pie, estará formado por luminarias de emergencia de funcionamiento permanente con la opción de encendido/apagado sistema autotest IP66 con batería autónoma de 2 horas, el cual garantizará unos valores mínimos de luminancia de 2 lux en un eje longitudinal paralelo al hastial con vías peatonales separado 0,5 m. del mismo y se instalará a una altura máxima de 1,5m y una interdistancia entre luminarias de 10 m. Estará compuesto por luminarias de emergencia estancas Led con autonomía 120 minutos tipo permanente con opción de encendido/apagado, equipada con tres bornas para poder obtener la referencia de la tensión de red y dar la orden de encendido o no mediante la batería autónoma, de 1778 Lm y 20W IP-66 IK-10 reacción al fuego M1 Clase II Autotest. irán instaladas en ambos hastiales de las dos calzadas, a una altura de a 1,5 m

Por último, el sistema de señalización, estará formado por luces señalizadoras con forma de flecha de color verde situadas a ambos lados de la puerta indicando la posición de la salida de emergencia para atraer la atención de los peatones en su huida durante una situación de emergencia.

En las dependencias de los Cuartos Técnicos dispondrán de iluminación normal y de emergencia.

Para la iluminación normal se asegurarán niveles de luminosidad de 500 lux con una uniformidad media del 40% en condiciones normales. En los pasillos de distribución el nivel de iluminación será de 200 lux manteniendo la misma uniformidad que en los cuartos técnicos.

El alumbrado normal se realizará mediante luminarias estancas led de 8399 lúmenes, 4000K, 73,2 W, 230V, IP-65, IK-08 instaladas en techo o pared de acuerdo a Especificaciones EIT de Madrid Calle 30, tal cómo se justifica en el presente documento.

La iluminación de emergencia, se realizará de acuerdo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión R.D. 842/2002, y deberá proporcionar a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución eléctrica, la iluminancia mínima será de 5 lux.

El alumbrado de emergencia de salidas de emergencia y cuartos técnicos estará formado por luminarias

led autónomas 120 minutos tipo no permanente de 450 lúmenes, IP-66 IK-08, reacción al fuego M1, 140lm/w 230V, 120000 horas L80B20, sistema autotest de acuerdo a Norma UNE 50172, vida útil de las baterías 6 años y marcado CE y 1/3 de las luminarias de alumbrado normal las cuales estarán equipadas con kit de emergencia.

La instalación se realizará teniendo en cuenta la equidistancia y modularidad con las luminarias de emergencia.

4.18.7 INSTALACIÓN CONTRAINCENDIOS

4.18.7.1 INSTALACIÓN DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Los equipos, instalaciones y sistemas de protección contra incendios proyectados se seleccionan en base al Real Decreto 635/2006, que establece los requisitos mínimos de seguridad en los túneles de la red de carreteras del Estado y a las Especificaciones Técnicas de Calle 30.

Por otro lado, para el desarrollo de las características de cada una de las instalaciones de Protección Contra Incendios se tendrá en cuenta el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios y a las Especificaciones Técnicas de Calle 30.

Los equipos y sistemas de protección contra incendios a implantar, según el apartado 2.21.1.1del RD 635/2006 para túneles unidireccionales, de longitud entre 500 y 1000m y con IMD superior a 2000 veh/h por carril serán los siguientes:

- Extintores portátiles, disponiéndose en túnel junto a cada BIE y en el mismo armario un extintor tipo ABC con eficacia 21A-113B, así como en los cuartos técnicos.
- Sistemas de Hidrantes. Se prevén hidrantes exclusivamente en las salidas de emergencia. El sistema consistirá en dos tomas, una ubicada en superficie (hidrante bajo rasante con toma de 4” y rosca Madrid) y otra ubicada en el acceso a la salida desde calzada (tomas de 2x2½”) mm con racor Barcelona, en armario IPF-41). Ambos hidrantes serán unidos con tubería de acero de 4” mm de diámetro. Los hidrantes bajo tierra deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma UNE-EN 14339.
- Sistema de abastecimiento de Agua contra Incendios. El suministro de los hidrantes exteriores (uno por cada salida de emergencia) se realizará desde la red existente del Canal de Isabel II. Cada acometida abastecerá a un máximo de 5 hidrantes, para lo cual se hará la distribución más conveniente a nivel de superficie exterior con el cálculo de la sección necesaria. Dicha distribución será en acero negro. El caudal previsto para los hidrantes que determinará la sección de tubería prevista será del 1000 l/min.

Como se ha dicho, además del R.D. 635/2006, la instalación de protección contra incendios debe cumplir con las Especificaciones Técnicas de Calle 30, por lo que el túnel también estará dotado de:

- Bocas de incendio equipadas. Las BIE’s estarán ubicadas en ambos hastiales a tresbolillo, de manera que todos los puntos del túnel se encuentren cubiertos simultáneamente por la acción de 3 BIEs. La red de reparto se dispondrá en configuración de anillo con tubería de acero negro sin soldadura conforme norma UNE EN 10255, con válvulas de corte motorizadas cada 400 m como máximo. Se han adoptado bocas de Incendio Equipadas de 25 mm con racor Barcelona. Asimismo, dispondrán de armario para irá alojado un extintor.

Para el dimensionado de la instalación se considerarán los valores mínimos y máximos que establece el Real Decreto 513/2017 en cuanto a la presión de 3 kg/cm^2 como y 6 kg/cm^2 respectivamente, con un factor K=42 para las BIEs de 25 mm. Estas condiciones deberán mantenerse al menos para 3 BIE’s simultáneamente durante 1 hora. En cada BIE, se situará una válvula reductora de presión con el fin de garantizar la presión exigida en el caso de que sea necesaria.

Las Bies dispondrá de manguera semirrígida, contarán con marcado CE de conformidad con las normas UNE-EN 671-1. Además, deberán contar con sus placas características.

La red será atendida en caudal y presión, por un grupo de presión compuesto por dos bombas eléctricas principales + bomba jockey exclusivo para dicha instalación. Se deberá disponer de una reserva de agua de 18 m^3 considerando el suministro de tres BIEs durante 60 minutos con un caudal por BIE de 100 l/min.

- Red de columna seca. Se prevé exclusivamente en las salidas de emergencia. El sistema consistirá en dos tomas, una ubicada junto a la trampilla exterior y otra en el acceso a la salida desde calzada, empleándose tomas de 2x70 mm con racor Barcelona, en armario IPF-41. Ambas tomas serán unidas con tubería de acero galvanizado de 80 mm de diámetro. Si la columna seca acomete a diferentes tomas, en diferentes niveles de embarque, se dispondrán llaves de cierre normalmente abiertas.

- Armarios de dotación de Bomberos. Por requerimiento expreso de los Bomberos, se instalará en cada Salida de Emergencia a nivel de calzada, un armario, cuyo suministro quedará por cuenta de la Explotadora. El armario contará con 1 premezclador de Espuma de 200 l/m, 1 lanza para espuma de baja expansión de 200 l/m, 2 bidones para espumógeno de 25 litros baja expansión AFFF Polyfoam 3/3 o similar, 3 mangajes de 25 mm. De diámetro y 25 m. de longitud, 2 sacos de absorbente tipo “Green Stuff” o similar de 25 litros y 8 conos de señalización de Tráfico.

- Además, los Cuartos Técnicos dispondrán de una protección contra incendios, mediante un sistema de gas NOVEC.

4.18.8 INSTALACIÓN DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

4.18.8.1 Detección de incendios en cuartos técnicos

Para los cuartos de control, centros de transformación, cuartos eléctricos y ventiladores se proyecta una instalación de detección por aspiración en ambiente y falso suelo donde este se haya dispuesto.

Para el resto de los cuartos la detección y zonas de circulación la detección proyectada se realizará con un sistema de detección puntual

4.18.9 INSTALACIONES ESPECIALES

4.18.9.1 DETECCIÓN LINEAL DE INCENDIOS

La instalación del cable sensor se hará en el túnel y en los ramales en la parte cenital del mismo, a lo largo del mismo. Este cable irá cosido al techo por medio de clavijas de autocierre montadas cada metro como máximo para evitar descolgamientos del mismo.

Tanto en el principio del cable como en el final, la instalación finalizará en una terminación termo retractable y para las derivaciones a las unidades de control, se utilizará una caja de conexiones de poliéster reforzada de fibra de vidrio.

Debido a la longitud del túnel y al ancho de la calzada, se utilizarán dos tiradas de cableado en el túnel y una en los ramales con una unidad de control con dos derivaciones. Según la 28 EIT sistema de detección lineal de Calle 30, el cableado de detección lineal deberá cubrir un ancho como mínimo de 8 metros con una sola tirada de cable, correspondiente a 2 carriles. Para tres carriles o más se deberán instalar más de una tirada de cable. Por tanto en el túnel proyectado es necesario realizar 2 tiradas para que se cubra la totalidad del mismo y se garantice la detección del posible incendio en cualquier punto del ancho de la calzada.

La conexión de la unidad de control con el cable de detección del túnel se hará por medio de cable de comunicaciones de pares de dos hilos, el cual conectará desde la caja de derivación de los cables sensores del túnel hasta el rack de la ubicación de los equipos.

Las unidades de control estarás situadas en los cuartos de comunicaciones ubicados en los pozos de ventilación Nº2, Nº3D y Nº 3I. Estarán compuestas por la unidad de control y testeo del cable de detección lineal. En cada cuarto de comunicaciones del pozo Nº2 se ubicará una unidad de control para el tubo del túnel de la margen derecha y otra unidad de control para el tubo del túnel de la margen izquierda En el pozo de ventilación Nº3, al haber un cuarto técnico para cada calzada se ubicará una unidad controladora en cada cuarto técnico, en el Nº3D y en el Nº3I.

Cada unidad de control puede controlar hasta 3.200 m de cable en distintas tiradas. Los 3.200 m de cable representan el conjunto del cable, es decir, la suma de distancia del cable y el cable de comunicación entre el cable sensor y la unidad de evaluación.

4.18.10 INSTALACIÓN POSTES SOS

Se instalarán intercomunicadores cada 80 metros como máximo en la pared derecha del sentido de circulación de cada tubo tal y como especifica la Especificación de Calle 30. Esta distribución es aproximada puesto que se pretende que junto a cada salida de emergencia haya un poste SOS, y al estar estas ubicadas en torno a los 200 metros entre sí, la distancia entre los postes SOS no será exacta a los 80 metros. Los intercomunicadores se conectarán vía Ethernet desde el switch proyectado en el interior del poste SOS a un armario de control distribuido, que enlazará con un cuarto técnico que a su vez enlazará con el Centro de Control. Esta conexión se realizará a través de un cable FTP cat. 6 que conecta la electrónica del poste al switch alojado en su interior, desde el cual se conectará con un switch situado en el armario de control distribuido (UCD) con cable FTP cat. 6 (en aquellos casos en los que el poste SOS está situado a más de 90 metros de la UCD más próxima la conexión será por medio de fibra óptica multimodo con los correspondientes conversores de medios en origen y destino). Este cable de conexión entre postes SOS y UCDs irá enterrado bajo tubo de 110 mm de diámetro a lo largo del túnel derivando a cada salida de emergencia.

En el Centro de Control Principal existirá un Sistema Integrado de Gestión de Servicios de Postes S.O.S, el cual pertenece a la plataforma unificada de comunicaciones denominada Astérix.

4.18.11 INSTALACIÓN DE CCTV Y DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCIDENTES

Se proyectan cámaras de vídeo móviles y fijas a lo largo de la infraestructura del túnel. Los criterios de implantación de las mismas son los siguientes:

Se ubicarán cámaras fijas en el interior de los túneles, con una interdistancia máxima entre ellas de 80 metros. No obstante, aunque se establezca esta distancia máxima como base de trabajo, las condiciones del túnel y la ubicación de elementos de gran tamaño como jet y paneles de mensajería, la distancia entre ellas podrá ser inferior a 80 m. Durante la obra se realizarán aquellos replanteos que sean necesarios para la visualización correcta de todo el tramo. Hay que tener en cuenta que la distancia de las cámaras está relacionada con la ubicación de los postes SOS, puesto que la conexión de las cámaras con el switch del poste SOS depende de la distancia entre ellos. Por tanto, se tendrá en consideración en caso de tener que mover una cámara, puesto que podría darse el caso de que el poste SOS al que se conecte varíe al ser la distancia superior al poste SOS más cercano.

Según la especificación de Calle 30 para el cctv, en aquellos tramos que haya 3 carriles se ubicarán dos cámaras.

Estas cámaras sirven adicionalmente para alimentar al sistema de Detección Automática de Incidentes.

Además, se ubican cámaras de vídeo fijas al principio y final del tramo para dar continuidad con el tramo anterior existente. La ubicación y separación de estas últimas con respecto a las ya instaladas en el tramo anterior puede variar de los 80 m. anteriormente citados, al estar las cámaras del tramo existentes ya ubicadas. Cabe destacar que esta distancia no podrá ser superior a los 80 metros, distancia máxima admisible.

Se proyecta una cámara móvil en el exterior en cada ramal de acceso y salida al túnel y en el acceso al tronco del mismo.

Para la zona de las salidas de emergencia se ubica una cámara fija, próxima a la puerta, para el control de esta zona en caso de evacuación. Esta cámara no necesita estar adaptada para el sistema de detección automática de incidencias.

Se proyectan minidomos fijos en los accesos a locales técnicos del pozo de ventilación y en los accesos a las salidas de emergencia desde el túnel. Se ubicarán cámaras en las zonas de los locales técnicos del pozo de ventilación, Nº 2, Nº 3I y Nº3D. Se sitúan próximas a cada puerta de acceso a los locales, con el fin de controlar lo máximo posible todos los accesos, para en caso de detectar una señal de intrusión en alguna de las puertas se pueda visualizar la zona y comprobar la veracidad de la alarma. También se instalan este tipo de cámaras en las salidas de emergencia en su interior, con el fin de comprobar las entradas y salidas desde y hacia el túnel en estas zonas.

Además del sistema de cámaras de televisión, se implantará un sistema de detección de incidentes, asociado a las cámaras fijas distribuidas por el túnel con el fin de identificar irregularidades en el tráfico.

Se han previsto unas cámaras de lectura de matrículas en el portal de acceso al túnel en la boca sur.

El sistema de reconocimiento de matrícula está compuesto por una cámara de cctv, la cual lleva incorporada un software de reconocimiento de matrículas embebido en la propia cámara, tipo sistema DAI, el cual captura las matrículas y envía las mismas al servidor del puerto a través de la dirección IP que se la asigna a las cámaras en el túnel. Estas cámaras se conectan en el túnel a al switch del poste SOS más cercano y una vez aquí se conecta al armario de comunicaciones más cercano (Unidad de Control Distribuido UCD) ubicados en las salidas de emergencia. El cable FTP es de categoría 6 libre de halógenos para las cámaras de lectura de matrícula.

Se ha previsto un sistema de detección de incidentes en tiempo real basado en técnica de procesado digital de imágenes. Su fuente son las imágenes recibidas de las cámaras fijas situadas dentro de túnel. Debido a que las cámaras serán IP, no será necesaria la digitalización de las imágenes previo a su procesamiento, ya que el sistema DAI proyectado estará capacitado para las conexiones directas de cámaras IP

Para realizar las funciones de Detección Automática de Incidencias, se recomienda que la separación de las cámaras sea como entre 15 y 20 veces la altura de instalación.

Dada la modularidad de otras instalaciones, las cámaras se instalarán cada 80 metros aproximadamente, tal y como se ha comentado anteriormente, pudiéndose variar esta distancia en función de la situación de las cámaras con respecto a los equipos instalados en el túnel y que puedan obstaculizar la visualización, siendo los 80 metros como distancia máxima que no se deberá superar.

4.18.12 INSTALACIÓN DE MEGAFONÍA

El sistema de Megafonía se basará en un sistema de Evacuación por voz en cumplimiento de la normativa EN-54 especificada en el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI).

Se instalará un sistema de megafonía en el interior del túnel principal y en los ramales de acceso. Además, se situarán altavoces en las salidas de emergencia, con el fin de comunicarse con las personas que evacuen por las salidas. El sistema de megafonía será el encargado de transmitir a todos los usuarios del túnel de manera clara y entendible las instrucciones que deben seguir en caso de producirse un accidente en su interior

El sistema de megafonía lo compondrán los siguientes equipos:

- Amplificación y Sonorización: Se situarán en el rack de megafonía del cuarto técnico del núcleo de ventilación del pozo. Los amplificadores serán de 4x500W con cuatro líneas de amplificación, ubicándose en un mismo rack en cada pozo de ventilación. De todos ellos, una de las líneas de uno de los amplificadores como mínimo será de reserva para poder realizar la conmutación en caso de fallo en línea por amplificador.
- Matriz de audio: Situado en el mismo rack que el elemento anterior, se instalará una matriz de audio con conmutación de equipos y gestión del sistema de megafonía de alarma por voz En cada pozo de ventilación. Esta matriz de audio funciona de manera autónoma para la inclusión de evacuación por voz a través de relés de entradas, que se conectan a módulos de señales del sistema de detección de incendios, de manera que cuando hay una alarma por detección de incendios y se activa el protocolo de evacuación, un módulo de detección de incendios da la orden directamente a la matriz de audio para que emita los mensajes pregrabados de evacuación.
- Armario rack de Megafonía: Se situarán en el cuarto técnico del pozo de ventilación correspondiente.
- Cableado de conexión de 2x6 mm2 entre los amplificadores y las cajas de derivación, excepto para las zonas 21, 22, 1 y 2 cuya distancia no permite esta sección, siendo la sección de 2x10 mm2, de la que saldrá una conexión a los altavoces de cable paralelo de 2x1,5 mm2.

4.18.13 INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VARIABLE Y SEMAFORIZACIÓN

El sistema de señalización estará compuesto por varios equipos con funciones diferentes.

Un primer sistema de semaforización, compuesto por semáforos exteriores e interiores. Los semáforos exteriores serán de 4 focos y su finalidad será la de cierre de túnel tanto en el tronco del mismo como en los ramales de acceso al mismo. Estos semáforos estarán también ligados al sistema de barreras, activándose en caso de orden de bajada de barrera.

Los semáforos interiores serán de dos focos y tendrán la finalidad de avisar de peligros en el interior del túnel. Estos semáforos avisarán junto con los paneles de mensajería variable y matrices gráficas de

anomalías en los carriles. Se activarán también cuando se esté usando el sistema de postes S.O.S. Con anterioridad al incidente en la calzada, se iluminarán varios de estos equipos, para advertir del obstáculo o incidente.

El segundo sistema estará compuesto por paneles de mensajería variable. Estos paneles serán de exterior y de interior, ubicándose también en el interior del túnel matrices gráficas. El panel exterior tendrá como finalidad avisar a los conductores que van a entrar en el túnel de posibles anomalías internas. Además de este panel, también habrá un panel asociado al sistema de gálibo con el fin de emitir un mensaje de exceso de altura previo a la última salida antes de la entrada al túnel.

La totalidad de paneles ubicados en el interior del túnel, corresponderán a paneles de 2 líneas matriciales con regulación de altura de texto. Además, se aprovechará la situación del panel para situar dos matrices gráficas a ambos lados del panel como refuerzo de la información que se presentará.

Los criterios generales de ubicación son los siguientes:

- Los paneles interiores se ubicarán con una separación entre ellos de aproximadamente 400 m.

Los criterios generales de ubicación de matrices gráficas son los siguientes:

- En las ubicaciones definidas para las matrices gráficas, se situará un panel por carril de circulación. En caso de coincidencia con panel de mensajería variable, las matrices pueden quedar ubicadas encima del arcén. Se entiende que esa matriz corresponde al carril próximo al arcén.
- La distancia entre distintas señalizaciones con matrices gráficas será de unos 200-250 m aproximadamente, dando cumplimiento al Real Decreto 635/2006, en el que se especifica que deberá haber señalización de velocidad y afecciones de carril cada 400 m como máximo. Cabe destacar que debido a la ubicación de las transparencias y de las matrices ubicadas en el tramo anterior, esta distancia puede acortarse.
- Se situarán matrices gráficas en la entrada del túnel de forma específica en el tronco del túnel y en los ramales de acceso al túnel.

4.18.14 DETECCIÓN DE GASES. CONTROL DE VENTILACIÓN.

La ventilación del túnel estará accionada por el sistema de control, el cual contará con sensores para medir los siguientes parámetros a lo largo del túnel:

- Velocidad y dirección del viento en el interior del túnel
- Velocidad y sentido del viento en el exterior del túnel
- Visibilidad en el interior del túnel
- Concentración de Gases tóxicos en el interior del túnel: CO y NO2

Anemómetros interiores

Los anemómetros de medición de caudal por ultrasonidos se ubican en los dos hastiales de cada tubo enfrentados de manera que miden el sentido del aire y el caudal para analizar la velocidad del mismo, estando la electrónica en el hastial derecho desde el que se conecta a la UCD más cercana por medio de conexión de 4-20 mA. En general se colocarán con una interdistancia máxima entre dos medidas de 100 m. También se ubicarán en los accesos y salidas del túnel de mayor longitud. Su ubicación será a 3,00 metros con respecto de la acera.

Sensor de Opacidad

- El haz de medición entre los sensores de infrarrojos no estará obstaculizado por luminarias o por los vehículos que atraviesan el túnel.
- La distancia entre el transmisor y el receptor (para los sensores de infrarrojos) es de 6 m. Debido a que en estos equipos una unidad realiza la función de emisor y transmisor y la otra unidad es el receptor, la distancia óptima recomendada entre los dos equipos es de 6 m.
- La altura a la que se instalarán la pareja de sensores será 3,50 m respecto de la acera aproximadamente, según recomendaciones de fabricante.
- La distancia entre equipos medidores de opacidad será de 200 m. aproximadamente.

Sensor de CO

- -El principio de medición de la concentración de CO será por medio de Tecnología electroquímica: Un sensor electroquímico consiste como mínimo en dos electrodos (electrodo de medida y contra electrodo) que tienen contacto eléctrico de dos maneras diferentes: por un lado vía un medio eléctricamente conductivo llamado electrolito (un líquido pastoso para transportar iones), por otro lado vía un circuito de corriente eléctrica externo (un simple cable de cobre para transportar electrones).
- Su ubicación será a 2,50 metros con respecto a las aceras, según recomendaciones del fabricante.
- Dispondrá de salida 4-20 mA de conexión directa con la UCD más cercana.
- La distancia entre equipos medidores de CO será de 200 m. aproximadamente, ubicados en la misma posición que los opacímetros.

Sensor de NO/NO2

- El principio de medición de la concentración de NO/NO2 es por quimiluminiscencia, a través de un analizador automático que por medio de aspiración por tubería con un sistema de filtrado de partículas de tamaño superior de 5 µm mediante doble filtro de teflón realiza la medición de estos gases.
- La distancia entre equipos medidores de NO/NO2 será de 200 m. aproximadamente junto con la sonda de CO, realizándose una medida de CO y otra de NO/NO2 en el mismo punto.

Para los equipos de medición de la velocidad y sentido del viento en el exterior, se situarán anemómetros de cazoleta y catavientos en las rampas de los ramales de acceso así como en el acceso por el tronco del túnel.

4.18.15 INSTALACIÓN DE CONTROL DE ACCESO AL TÚNEL

Para el control de los vehículos que quieran acceder al túnel se situará, en cada acceso, gálibo mecánico y gálibo electrónico. Estos equipos avisarán de la posible entrada de un vehículo con altura superior a la permitida en el túnel por medio del ramal de acceso. Previo a cada ramal de acceso y a la entrada por el tronco del túnel se situarán un gálibo electrónico y uno metálico.

Los gálibos electrónicos tienen la finalidad de avisar antes de las rotondas que dan acceso al túnel en los ramales de acceso y previo al carril de desvío de acceso al tronco del túnel, por lo que se sitúan con carteles luminosos. Estos equipos, darán una alarma al centro de control para avisar de la posible entrada de un vehículo con excesiva altura.

El gálibo mecánico se sitúa como medio de precaución y confirmación de que un vehículo ha desatendido la orden de no entrar en el túnel por exceso de altura. Al recibir un impacto los perfiles metálicos, además de avisar e incluso dañar al vehículo, por medio de un vibrómetro se avisará al centro de control para que actúe en consecuencia y cierre el túnel para evitar daños mayores.

Se sitúa también en la entrada de cada ramal de acceso al túnel y en el tronco del mismo unas barreras degondables de 6 m., con el fin de que en caso de tener que cerrarse el túnel, se accione este elemento, bajando el brazo de la barrera.

Se sitúan en el interior del túnel, espiras y estaciones de toma de datos, con el fin de tener datos del tráfico y del comportamiento de los vehículos en el interior del túnel. Las espiras y estaciones de toma de datos del interior del túnel se ubicarán con una distancia de 500 m entre ellas aproximadamente con el fin de tener un control de todo el túnel. Las espiras y estación de toma de datos de los ramales de acceso y salida se ubicarán en la entrada de la incorporación o justo antes de la salida del túnel.

Las estaciones de toma de datos del túnel y ramales se ubicarán en el interior del armario de control distribuido más próximo a ellas.

4.18.16 INSTALACIÓN DE CONTROL DE AFOROS Y ESTACIÓN DE TOMA DE DATOS

Se situarán en el interior del túnel, espiras y estaciones de toma de datos, con el fin de tener datos del tráfico y del comportamiento de los vehículos en el interior del túnel. Las espiras y estaciones de toma de datos del interior del túnel se ubicarán con una distancia de 500 m entre ellas aproximadamente con el fin de tener un control de todo el túnel. Las espiras y estación de toma de datos de ramal de acceso se ubicarán a unos 40 metros de la incorporación al túnel aproximadamente.

La estación de toma de datos del interior del túnel se ubicará en el interior del armario de control distribuido más próximo a ella.

La Estación de Toma de Datos será capaz de elaborar los siguientes datos:

- Intensidad (Vehículos/ hora).
- Velocidad (Km/h).
- Longitud (Decímetros).
- Ocupación (%).
- Separación entre vehículos.
- Alarma de congestión (Algoritmo HIOCC).
- Detección automática del sentido del tráfico.
- Detección vehículo en sentido contrario
- Clasificación de vehículo según longitud.

La ETD dispondrá de un soporte físico y procesador independientes. Utilizará un interface Línea-Serie y los Protocolos de Aplicación definidos según la Normativa de Referencia.

Las espiras estarán situadas según el documento de planos, cada 500 metros en el tronco y en cada ramal de entrada y salida, y en general se usarán cables idóneos para el correcto funcionamiento de los equipos asegurando además que no se generen interferencias en los pares de otras comunicaciones.

Para ello, se requiere que los cables entre los bucles de un mismo Punto de Medida y la arqueta asociada no discurran por la misma ranura en la calzada sino por ranuras distintas separadas entre sí al menos 30 cms.

El cable entre la arqueta asociada al punto de medida y la ETD, denominado cable de enlace, será un cable de pares trenzados con suficientes vueltas de trenzado cada 1 m. de cable, para asegurar el funcionamiento y que se asegure el conteo con fiabilidad superior al 95%. Tendrá únicamente apantallamiento general en el caso de que la distancia entre el Punto de Medida y la ETD sea inferior a 75 metros. Su sección recomendada es 2x1,5 mm^2, si bien será necesario realiza pruebas de interferencias electromagnéticas del cableado a instalar previo a su conexión definitiva.

En el caso en que la distancia entre la arqueta asociada al punto de medida y la ETD sea superior a los 75 m., se requerirá adicionalmente apantallamiento individual al par para evitar el efecto de la diafonía.

4.18.17 INSTALACIÓN DE RADIOCOMUNICACIONES

Se instalará un sistema de radiocomunicaciones compuesto por tres zonas o frecuencias de emisión. Una zona para sistema tetra y tetrapol para policía nacional y guardia civil, policía municipal, bomberos y emergencias, un sistema UHF para mantenimiento, un sistema FM para emisión de mensajes de emergencia por medio de las emisoras de FM.

El sistema de transmisión será cable radiante de 1 ¼” para sistema tetra y tetrapol y de 1 5/8” para el resto de los sistemas.

En las salidas de emergencia se ubicarán equipos y cable radiante para sistema tetra y tetrapol para garantizar cobertura en esta zona.

Todos los tramos de cable radiante dispondrán de un amplificador situado en los cuartos técnicos incluso los tramos correspondientes a enlaces y rampas de acceso o salida. Uno sólo de los amplificadores debe ser capaz de dar servicio a todo el tramo en caso de fallo del otro.

Los servicios de comunicaciones a incorporar en el conjunto de túneles son los siguientes:

- Dos frecuencias del Servicio de Bomberos de Madrid.
- Doce emisoras comerciales de FM, a seleccionar entre las existentes en el Dial de Madrid. Dichas emisoras comerciales de FM dispondrán en el interior de los túneles de la posibilidad de cortar la programación existente en ellas y sustituirla por mensajes de información a los usuarios. De estas 12 emisoras 8 están en el CCT y 4 en el CCR.
- Ocho portadoras del Sistema TETRA perteneciente al sistema del Excmo. Ayuntamiento de Madrid, que trabaja en la banda de UHF (380 -390 MHz). En este sistema se engloba en la actualidad, entre otros, los servicios de la Policía Municipal de Madrid, el SAMUR y los Bomberos de Madrid.
- Ocho portadoras del Sistema TETRAPOL perteneciente al sistema del Ministerio del Interior, que trabaja en la banda de UHF (380 -390 MHz). En este sistema se engloba en la actualidad, entre otros, la Policía Nacional y a la Guardia Civil.

De esta manera se consigue que haya cobertura en el túnel para los cuerpos de intervención, que se realiza por medio del cable radiante de 1 ¼”, y que se amplifica por medio de los amplificadores existentes.

Para el equipo de mantenimiento del túnel y para las emisoras de fm se instalará un sistema similar al anteriormente descrito y un cable radiante de 1 5/8”, tirado por el techo del túnel.

En todas las salidas de emergencia se situarán amplificadores bidireccionales de sistema tetra, tetrapol y bomberos para que haya cobertura dentro de las mismas, para que en caso de emergencia se pueda comunicar desde esta zona.

En todos los cuartos técnicos también habrá cobertura de radiocomunicaciones para los sistemas de seguridad y mantenimiento.

Se ubicarán equipos en los siguientes sitios:

En los cuartos de comunicaciones de cuartos técnicos de los pozos de ventilación será necesario ubicar racks amplificadores de señal para dar cobertura al túnel del proyecto.

4.18.18 INSTALACIÓN DE RED DE TRANSMISIÓN DE DATOS

La Red de Comunicaciones IP conectará el túnel con el Centro de Control por medio de los cuartos técnicos ubicados en los núcleos de ventilación Nº2, 3D y 3I pertenecientes a los dos lotes del proyecto, desde donde es necesario contar con la posibilidad de conexión directa a la Red IP.

Se proyecta una red de comunicaciones en el túnel formada por un anillo de fibra óptica monomodo con 128 fibras, la cual ya existe en el tramo anterior, y al cual debemos dar continuidad en el tramo del túnel proyectado. Sin embargo, esta continuidad no será realizando una conexión de la troncal de 128 fibras ópticas monomodo proyectadas en este túnel con el cuarto técnico existente en el túnel de Avenida de Portugal. Por petición de Calle 30, el anillo que se proyectará en el túnel y que unirá los pozos de ventilación conectará a través de una troncal de fibra óptica directa con el Centro de Control de 128 fibras monomodo sin conexión previa al tramo anterior existente en la Avenida Portugal. De la misma manera, se proyecta una segunda troncal de 128 fibras ópticas monomodo desde el cuarto técnico 3D hasta el Centro de Control de Movilidad de Albarracín.

Los equipos que unirán el anillo de cada pozo de ventilación son los PLCs redundantes, las cuales conectarán los sistemas del túnel con el centro de control por medio de la red de fibra óptica directa de comunicaciones. Los PLCs redundantes están unidos a las cabeceras de comunicaciones para control distribuido que hay repartidas en las todas las salidas de emergencia en cada UCD. Por tanto, la red de comunicación desde el nivel más bajo hacia el más alto queda de la siguiente manera.

Los elementos que hay repartidos por el túnel (elementos de campo) se conectarán con la cabecera de comunicaciones existente en las UCDs. Desde estos equipos se conecta con los PLCs redundantes de los cuartos de comunicaciones de cada pozo de ventilación de manera independiente por medio de un switch alojado en la UCD hasta otro switch alojado en el PLC, por cable de fibra óptica multimodo de 12 fibras. La conexión se produce por tanto por medio de un anillo entre todas las UCDs de las salidas de emergencia de cada pozo de ventilación que se conectan con el switch de comunicaciones del cuarto técnico.

Estos PLCs redundantes son dobles, con su redundante, de manera que se conectan los dos a las cabeceras de las UCDs, para que en caso de perderse la conexión con un PLC se pueda seguir manteniendo por medio del PLC redundante.

Todas las conexiones entre los switch o nodos que forman la Red de Comunicaciones IP emplearán tecnología Gigabit Ethernet sobre Fibra Óptica Monomodo.

Los protocolos de comunicación de estos equipos deberán ser abiertos y comunicarán en uno de los siguientes protocolos aceptado por Calle 30: NTCIP, NTCIP C2F, NTCIP C2C, IPv4, ARP, IP, ICMP, UDP, TCP, HTTP, DHCP, TELNET, SNMP, SNMP OID, JDBC, SSH, LDAP, RADIUS, DHCP, JMX, HTTP/HTTPS, POP3, IMAP, FTP, WMI, SMTP, TCP port, DNS, SFTP, UDP, Bootp, CGI, SMTP, RARP, NTP, IGMP, IPSEC, XML, ModBus sobre TCP/IP y otros.

4.18.19 PLC REDUNDANTE DE CONTROL

El PLC redundante de control de túnel es un equipo que se ha diseñado para realizar la gestión de las instalaciones de un túnel.

Se proyectan 3 PLCs redundantes, uno en cada cuarto de comunicaciones en los pozos de ventilación nº2, nº3D y nº3I.

Es el equipo encargado de recibir y procesar entradas (de periféricos y centro de control) así como generar salidas (a periféricos y centro de control).

Los subsistemas que el PLC controla son:

- Control del Alumbrado: Mantienen condiciones lumínicas adecuadas para visibilidad óptima tanto en interior como exterior del túnel.
- Control de Ventilación: Mantienen condiciones de visibilidad y niveles de contaminación en interior de túneles en límites aceptables, así como evacuación de humos en caso de incendio mediante el uso de Ventiladores, analizadores de CO, analizadores de NO/NO2, Anemómetros, Opacímetros, alarmas de postes SOS, alarmas de sistema DAI Algoritmo automático de Control de Ventilación.
- Control de equipos de Señalización e Información (Paneles): Informan a los usuarios acerca de actuaciones, eventos, emergencias, etc., mediante semáforos y paneles de mensajes variables.
- Control de Energía: Para suministrar energía de red adecuada a las necesidades del sistema, así como los equipos para el mantenimiento y control del suministro en caso de fallo de red, mediante analizadores de red.
- Detección y Extinción de Incendios: Sistema continuo de detección mediante sensores en túnel y locales técnicos. Control de activación sistemas de extinción.
- Control del Gálibo: controlan el acceso del túnel a vehículos demasiado altos.
- Control del Accesos al túnel: Mando de barreras para vehículos.
- Control de Accesos y Presencia: Controlan las zonas de acceso al interior de los túneles, mediante vigilancia de intrusismos a zonas protegidas y no protegidas así como permitir acceso a dichas zonas a personal autorizado.
- Control de Equipos de Tráfico (ETD, Reguladores): Obtienen datos de tráfico, y regular éste en caso necesario. Incluso otras estaciones remotas.
- Control de equipos Varios: (Radio, Comunicaciones, etc.)

Las principales funciones del PLC redundante son:

- Comunica y Controla los equipos:
- Regulador de Tráfico.
- Señales de limitación de velocidad.
- Sistema de control de iluminación del túnel.
- Sistema de ventilación del túnel (ventiladores, analizadores de CO, anemómetros, opacímetros,…)
- Sistema de señalización mediante semáforos y paneles de mensajes variables.
- Sistema de detección de paso de vehículos. Incluye ETD y detectores.
- Sistema de detección y control de incendios.
- Sistema de cuadros eléctricos de los centros de transformación del túnel mediante analizadores
- Comunica con el Centro de Control.
- Gestión de las Entradas Digitales, Entradas Analógicas y las Salidas digitales.
- Gestiona y envía al Centro de Control las alarmas detectadas.
- Detecta y controla de forma automática situaciones de Incendio y Ventilación sanitaria.
- Detecta y envía al Centro de Control la presencia de vehículos mediante los detectores instalados en el túnel.

4.18.20 UCD UNIDAD DE CONTROL DISTRIBUIDO DE TÚNEL

La UCD es un armario con un equipamiento interior de periferia distribuida. Este armario posee los siguientes elementos en su interior:

- Armario de conexión construido en chapa de acero pintada, protegida anticorrosión, conformando una estructura de 3 cuerpos de 33 alturas, tiene unas dimensiones 1.600 x 600 x 600 mm de dimensiones para cada cuerpo, con un total de 1.600 x 1.800 x 600 mm, cada cuerpo tiene una puerta que se abre de derecha a izquierda, con bastidor de 19" para alojar equipamiento, placa de montaje, perfiles, escuadras, etc. Sistema de alimentación ininterrumpida de 2 KVA y 1 hora de autonomía gestionable IP compuesto por cargador y 4 baterías, con p.p de software de integración de SAI.
- Fuentes de alimentación principal y fuente de alimentación para maniobras.
- Sistema de distribución y conexionado de tensión en continua y alterna para equipamientos interiores de la unidad.
- Sistema de cableado interior.
- Bornas y elementos de protección de energía y datos para equipamientos internos y externos.
- Cableado y conexionado interior con equipo de comunicaciones y control distribuido.
- Elementos eléctricos para conexión con equipos de campo compuestos de automáticos y diferenciales necesarios para todos los equipos, incluso reservas.
- Switch gestionable redundante equivalente a los instalados en el resto de los tramos de MC30 con 4 puertos fo monomodo gigabit ethernet más 16 puertos RJ45 fast ethernet (10/100) con alimentación PoE+ en 4 puertos y 8 puertos de alimentación PoE y sus correspondientes módulos de fibra, 1 GB DRAM, mini USB conector, capa 2 IPv6, CAPA 3 routing IPv4 Static Routing, fusiones y pruebas de reflectometría, incluyendo caja de conexión con fuente de alimentación, y cualquier equipo que precise conexión a red

- 2 servidores puertos serie marca MOXA modelo 5230 totalmente instalado y conectado.
- Cabecera de comunicaciones equivalente a los instalados en el resto de los tramos de MC30 formada por 2 fuentes de alimentación, 1 módulo interface con bus de campo redundante,14 tarjetas de 8 entradas digitales, 2 tarjetas de 8 salidas digitales (24V), 4 tarjetas de 2 entradas analógicas, 5 tarjetas de 2 salidas digitales con separación galvánica, 12 módulos de control DALI de 64 balastos, 12 alimentadores para controlador DALI marca WAGO modelo 288-895, 1 módulo separador marca WAGO modelo750-612, 16 bornas relé para salidas digitales 24V, 8 módulos triac, 8 módulos alimentadores para entradas analógicas y 1 módulo fin.
- 3 repartidores de fibra óptica multimodo con 24 bocas.

A estos equipos de la UCD se conectarán todos los equipos de campo que precisan de control a través de señales conectadas a su cabecera distribuida como conexión directa al switch para equipos que transmiten por TCP/IP.

Dichos Armarios se instalarán en las salidas de emergencia de ambos tubos y cuartos de comunicaciones de los pozos de ventilación nº2 y nº3 derecho e izquierdo. El total de UCDs es de 31, 28 en las salidas de emergencia y 3 en los pozos (en el pozo de ventilación 3D, al estar la salida en el pozo de ventilación, se pone una UCD únicamente y en el cuarto de comunicaciones.

El modelo de Switch propuesto para implementar la Red Local de Túnel dentro de la UCD será un switch dotado de:

- Switching Fabric de al menos 16 Gbps
- Al menos 6.5Mpps de capacidad de conmutación.
- Al menos 16 puertos de acceso UTP con capacidad 10/100Mbps.
- Hasta 2 puertos uplink con capacidad 1G.
- Hasta 8 puertos de acceso con PoE/PoE+.
- Doble fuente de alimentación.

4.18.21 GESTIÓN CENTRALIZADA DE TÚNEL. CONTROL DE INSTALACIONES E INTEGRACIÓN DE SEÑALES

El Sistema de supervisión, control y adquisición de datos deberá ser la herramienta que integre todos los sistemas ITS del túnel dentro del alcance del presente proyecto, con el Centro de Control y Operaciones.

Todo el control de estos dos tubos del túnel proyectado será realizado desde el sistema de control existente. Además, todo el sistema de control e integración de señales será integrable y compatible con el sistema de supervisión existente, siendo totalmente compatible con el SCADA existente, no estando permitido la existencia de pasarelas para las integraciones. En el Centro de Control asignado a este túnel existe un sistema SCADA, que realiza las siguientes funciones:

- Adquisición y almacenado de datos; para recoger, procesar y almacenar la información recibida, en forma continua y confiable.
- Representación gráfica y animada de variables de los sistemas ITS y monitorización de éstas por medio de alarmas.
- Arquitectura abierta y flexible con capacidad de ampliación y adaptación.
- Conectividad con otras aplicaciones y bases de datos, locales o distribuidas en redes de comunicación.
- Supervisión, para observar desde un monitor la evolución de las variables de control de los diferentes sistemas.

Criterios

La operación de los sistemas se deberá realizar desde el Sistema de Gestión Técnica Centralizada (GTC) ubicada en el Centro de Control de túneles de Calle 30, desde el que se podrá monitorizar y controlar los dos tubos del túnel proyectado.

Los protocolos de comunicación de la plataforma de gestión deberán ser abiertos y comunicarán en uno de los siguientes protocolos aceptado por Calle 30: NTCIP, NTCIP C2F, NTCIP C2C, IPv4, ARP, IP, ICMP, UDP, TCP, HTTP, DHCP, TELNET, SNMP, SNMP OID, JDBC, SSH, LDAP, RADIUS, DHCP, JMX, HTTP/HTTPS, POP3, IMAP, FTP, WMI, SMTP, TCP port, DNS, SFTP, UDP, Bootp, CGI, SMTP, RARP, NTP, IGMP, IPSEC, XML, ModBus sobre TCP/IP y otros.

El Centro de Control y Operaciones realizará las siguientes funciones desde los Puestos de Operador del Centro de Control y Operaciones:

- Adquisición de los datos de equipamiento en el túnel. Estos datos se utilizarán para su monitorización y supervisión en tiempo real.
- Recepción de alarmas generadas por los equipos de campo del interior y en boca del túnel. Por incidentes, superación de niveles o errores de funcionamiento.
- Para proporcionar este conjunto de funcionalidades, el CCO integrará el control y monitorización de todos los sistemas del túnel a integrar:
- Sistema de ventilación: Funcionamiento en caso de contaminación y de incendio.
- Sistema de detección de incendios. Tanto la del interior del túnel como la de los cuartos técnicos.
- Sistema de extinción de incendios: Recibiendo señales de funcionamiento o alarmas de los grupos de presión de PCI.
- Sistema contaje y clasificación de vehículos.
- Sistema de electricidad. Monitorización de la red eléctrica del túnel.
- Sistema de iluminación: Monitorización del alumbrado y control sobre el mismo.
- Sistema de CCTV. Recepción de imágenes y tratamiento de las mismas a través de sistema DAI (Detección Automática de Incidentes).

- Sistema de Megafonía. Monitorización de los amplificadores y de las líneas de altavoces.
- Sistema de Estaciones Meteorológicas. Recepción de datos en bocas de túneles.
- Sistema de Postes SOS de Emergencia. Recepción de llamadas por emergencia en su interior.
- Sistema de Tiempos de Recorrido y Velocidad Media. Sistema de conteo y estaciones de toma de datos por espiras.
- Sistema de gestión de tráfico en el túnel. Control y monitorización de semáforos y barreras de cierre de túnel.

El proyecto tiene un número de señales de los equipos que precisan de su integración tanto en modo local en los equipos de UCD y del PLC redundante como en modo remoto en el Centro de Control. Para esta segunda parte, será preciso que todas las integraciones se realicen en los mismos protocolos y medios físicos que se utilizan para el resto de instalaciones y equipos actualmente integrados.

A nivel de hardware no será preciso proveer ningún equipo puesto que el Centro de Control dispone de espacio suficiente para acoger las señales de los equipos del túnel proyectado, tal y como se ha indicado por parte de Calle 30. La única consideración es la de realizar la integración de todas las señales del túnel e incluir todo el software necesario para su funcionamiento.

Para este proyecto se han previsto un total de 6700 señales aproximadamente.

4.18.22 INSTALACIÓN DE CONTROL DE ACCESOS A CUARTOS TÉCNICOS

Se instalarán en las zonas de acceso a los cuartos técnicos un sistema de control de acceso a los mismos, compuesto por controlador electrónico de hasta cuatro puertas o zonas. Estos equipos serán las centralitas que controlarán y enviarán a la estación remota las alarmas proporcionadas por los equipos de detección (electrocerraduras y detectores volumétricos, lector de tarjetas y teclado). El conexionado del controlador local con los equipos de detección de acceso y control de aperturas de puertas se hará con cable 4x0,25 + 2x0,75 mm2, por el que se transmiten los datos y se recibe la alimentación desde la unidad de control.

Por último, en cada puerta se sitúa un contacto magnético, que en caso de su ruptura de alarma al controlador electrónico de zonas o puertas. Este equipo activará la alarma de apertura de puerta cuando no se produzca por tarjeta o código pin.

Todos estos equipos están conectados al controlador electrónico de 4 puertas, dando las correspondientes alarmas por medio del PLC redundante, a la que está conectada. El sistema de control de accesos se conectará al PLC, con la alarma de intrusión para que en caso de que esta salte, se pueda desde el centro de control averiguar por qué ha sido por medio de las cámaras de vigilancia de la zona.

4.18.23 SEÑALIZACIÓN DE TUNEL DE ACUERDO A SISTEMA DE REFERENCIA PARA LA NUEVA M-30

El objeto de la señalización del mismo conforme al sistema de referencia establecido será el siguiente:

- Que cualquier usuario pueda indicar dónde se encuentra a los Servicios encargados de la explotación de la vía y de la atención a los incidentes y accidentes, sin más que leer unos carteles o rótulos situados dentro de su campo de visión inmediata.
- Que mediante unas claves de traducción, dichos Servicios puedan localizar ese lugar de una forma unívoca y con una suficiente aproximación.

El túnel dispondrá de señalización de acuerdo al sistema de referencia detallado en la Especificación Técnica “ET Sistema de referencia para la nueva M-30 Ed02 2013.

4.18.24 SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN

Dando cumplimiento a la norma 8.1-IC de 2.014 en cuanto a señalización de emergencia en los túneles, se señalizarán las direcciones de salida, mediante carteles donde figuran las distancias en metros existentes desde el punto donde se encuentra la señal a la boca o salida de emergencia más cercana.

La señalización de emergencia permite informar a los usuarios sobre varios aspectos que mejoran la seguridad en los túneles con carteles indicadores de:

- Salidas de emergencia.
- Postes SOS.
- Extintores.
- Hidrantes.
- Bies

Se dispondrán señales fotoluminiscentes para indicar la salida de emergencia más cercana y la evacuación a lo largo de los tubos de los túneles.

Las señales de indicación de las salidas de emergencia se colocarán a una distancia de 25m entre sí por cada vía, se fijarán al hastial del túnel a una altura respecto al camino de evacuación de 1,700-1,90m y siempre que sea posible situadas debajo de puntos de luz de la iluminación del túnel, dando cumplimiento a la norma 8.1-IC de 2.014.

La señalización y balizamiento perimetral fotoluminiscentes normalizado a lo largo de los recorridos del túnel permitirá la circulación peatonal de emergencia hasta las puertas de salida con un mínimo de garantía de visión, aún en ausencia de luz.

Las puertas de emergencia y las salidas estarán señalizadas con simbología inteligible internacionalmente y estará marcada la distancia y direcciones preferentes a utilizar.

La solución de señalización de emergencia se basará en la instalación de:

- Señales de indicación de recorrido de emergencia.

- Señales de recorrido a poste SOS cercano. A cada lado de un poste SOS se ubicará en el hastial derecho una señal fotoluminiscente de indicación de distancia al poste SOS más cercano.
- Señales de indicación de poste SOS, extintores, e hidrantes y Bies. Junto a cada poste SOS se ubicará un rótulo luminoso con los símbolos de todos los elementos existentes en el mismo: Poste SOS, extintor y/o hidrante y BIE.
- Señalización de salida de emergencia. La señalización prevista junto a la salida de emergencia estará formada por:
- Señales fotoluminiscentes o electroluminiscentes de gran tamaño a ambos lados de la entrada a la salida de emergencia con la forma de una persona corriendo.

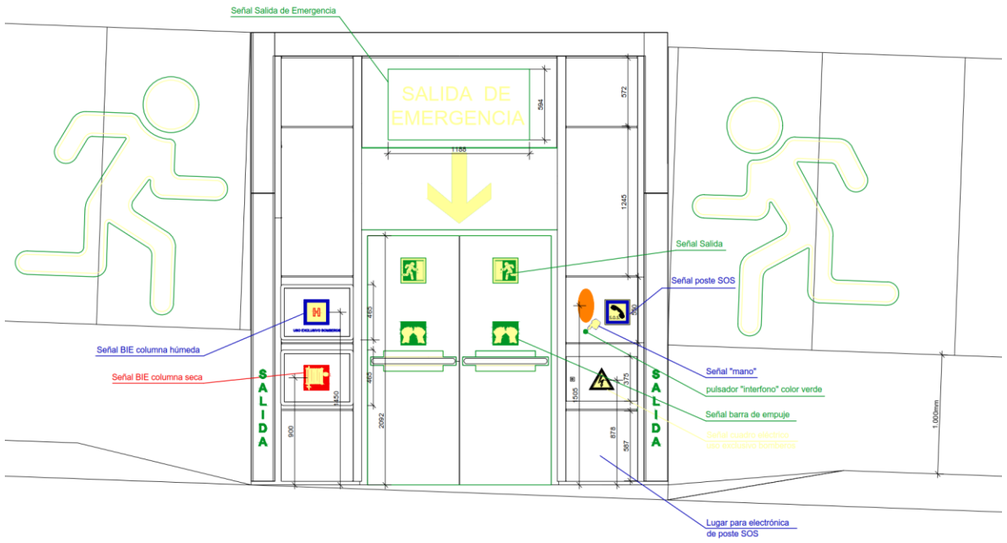
Todas las señales de evacuación serán del tipo y del tamaño según se especifica en la norma UNE 23034. Las señales de señalización de equipos contra incendios serán del tipo y del tamaño según las normas UNE 23033-1, UNE 23032 y UNE-EN ISO 7010.

4.19 ACABADOS DEL INTERIOR DEL TÚNEL

La concepción general de los acabados del túnel se basa en conseguir dotar de una sensación de unidad a lo largo de todo el túnel, al mismo tiempo que se da continuidad a la disposición de los acabados del túnel de la Avenida de Portugal al que se conecta el Proyecto y como consecuencia al resto de los túneles de Calle 30.

De esta manera, los paneles que forman el revestimiento del interior del túnel siguen la disposición vertical del túnel previo y no se ve interrumpido por la aparición de las salas técnicas, ni de las salidas de emergencia, cuya solución en su acceso se resuelve con la misma estrategia.

El diseño de las puertas de las salidas de emergencia será similar a las existentes en Calle 30. El túnel contará con puertas de embarque señalizadas en color verde con fotoluminiscencia y sistema de accionamiento mediante barra antipánico. Junto a las salidas de emergencia estarán ubicados los postes S.O.S., cuadros con tomas eléctricas, hidrantes con agua y columnas secas.



En el techo del túnel se dispone de pintura negra como acabado de la losa intermedia para contribuir a dar esta continuidad visual y se disponen de unos paneles ignífugos que protegen el descuelgue de la viga metálica pintados en el mismo color.

Los acabados de las aceras de evacuación, de cara a la orientación en el caso de que la visibilidad sea reducida o nula, se han diferenciado de tal manera que la del lado “derecho” tiene un acabado superficial “rugosa” y la del lado “izquierdo”, “lisa”.

En más detalle, cada uno de los muros laterales está formado por un murete de hormigón de una altura de 1,10 m que actúa como elemento de seguridad en caso de impacto. Este murete base de hormigón es de 40 cm. de ancho.

En el tramo superior se disponen a cara exterior unos muros de bloques de hormigón de 20cm sobre los muretes laterales y de 10cm en los muretes centrales que llegarán hasta la losa intermedia o su viga de atado con el objetivo de garantizar la resistencia al fuego 120 del túnel.

Delante de estos bloques de hormigón y como acabado interior del túnel se dispondrán los paneles de acero esmaltado vitrificado satinado en bandas verticales, cuyas dimensiones y disposiciones finales serán definidas por la Dirección Facultativa y que irán anclados a los muros de bloques antes descritos. Durante la ejecución de las obras se realizarán muestras de superficie para comprobar la terminación definitiva, dimensiones y disposición de estos paneles. Estos paneles serán similares a los instalados en los túneles de Calle 30.

Tanto estos muros de bloques como la estructura que quede por encima de los paneles vitrificados se pintarán con un gris oscuro.

Siguiendo los criterios de evacuación, la base de hormigón inferior de los muros laterales y centrales lleva empotrado del alumbrado de emergencia y las balizas indicadoras LEDS intercalándose cada 5 m y 10 m. respectivamente.

En las rampas de acceso al túnel la solución será diferente a la del interior del túnel, disponiéndose de paneles absorbentes del sonido en vez de los paneles vitrificados interiores. Para mantener la continuidad deberán mantener la disposición y dimensiones que se acuerden para los paneles interiores. La protección acústica de esta solución deber garantizar al menos un coeficiente de absorción de α=0,8 y una reducción de 5db. Dichos paneles fonoabsorbentes se ubicarán unos 50 metros desde la boca hacia el interior del túnel, con el fin de minimizar el impacto sonoro en ese entorno.

Todos los elementos que se encuentran situados por debajo del murete de hormigón de 1,10 m. de altura, incluido el propio muro, serán ejecutados por los diferentes lotes de obra civil. Los acabados que comprenden el alcance de este proyecto corresponden a aquellos elementos situados por encima de la cota del murete de hormigón en el interior del túnel y los acabados situados en las salidas de emergencia y salas técnicas.

4.20 SOLUCIONES A LA MOVILIDAD DURANTE LAS OBRAS

4.20.1 Introducción

Las obras deben convivir con la dinámica de la zona afectada, produciendo el mínimo impacto posible. Por eso, además de la complicación técnica y de gestión que comporta la propia ejecución, se debe mirar desde el punto de vista de los ciudadanos que puedan quedar afectados (usuarios de la vía y vecinos) durante el transcurso de la obra.

Por este motivo, en el diseño de los desvíos a ejecutar se ha puesto especial énfasis en garantizar la accesibilidad y la movilidad de los ciudadanos en el ámbito afectado, teniendo en consideración también a aquellos ciudadanos con movilidad reducida.

En el desarrollo de las diversas fases de obra consideradas (tráfico – obra), se ha tenido en cuenta, entre otras, las normativas y recomendaciones siguientes:

- *Norma 8.3-IC. Señalización de obras. Ministerio de Fomento.*
- *Manual de ejemplos de señalización de obras. Ministerio de Fomento.*
- *Ordenanzas* Municipales del Ayuntamiento de Madrid:
  - *Ordenanza Reguladora de la Señalización y Balizamiento de las Ocupaciones de las Vías Públicas por Realización de Obras y Trabajos.*
  - *Ordenanza de Diseño y Gestión de Obras en la Vía Pública.*

Se ha considerado también, además de la normativa vigente, los siguientes aspectos:

- *Comunicación de las obras a los usuarios.*
- *Emisiones Atmosféricas: humos, gases, polvo, contaminación acústica, y vibraciones.*
- *Plan de contingencias*
- *Afectación en la movilidad. Cerramientos y barreras.*
- *Señalización durante las obras.*
- *El tramo de la A5 afectado por las obras, la velocidad máxima permitida pasará de 70km/h a 50km/h.*
- *Se mantiene una anchura mínima para la circulación de vehículos de 3 metros en cada carril.*
- *Regulación del tráfico y pasos peatonales se realizará a través del sistema semafórico.*
- Se garantizará el funcionamiento del transporte colectivo. Se e studiarán las paradas afectadas por las obras (bus urbano e interurbano) y se repondrán en el mismo ámbito.
- Se garantizará permanentemente la entrada y salida de los párquines, accesos a viviendas, comercios y edificios que se vea afectados por el ámbito de actuación de las obras.

4.20.2 Criterios generales durante la construcción y afecciones a la movilidad

4.20.2.1 Comunicación de las obras. Plan de Comunicación (PC)

La comunicación es un concepto importante que debe tenerse presente durante el proceso de gestión de la obra.

Esta comunicación tendrá como objetivo informar a los usuarios directamente afectados por las obras del espacio público o a la ciudadanía, en general, de las afectaciones que provocan, así como de los

beneficios y las mejoras que la actuación conlleva, tanto para el entorno más cercano como para la calidad de vida de los ciudadanos.

La comunicación debería intervenir en diferentes momentos de la gestión de la obra. Sería conveniente hacer una planificación adecuada y disponer de la siguiente información.

- Toda la información relativa a las fechas de inicio y de finalización de las obras.
- Los detalles técnicos y económicos más relevantes.
- Los impactos que se producirán, que hay que comunicar a los ciudadanos.
- Las incidencias y molestias durante la ejecución.

El plan de comunicación (PC) de los desvíos de la obra se divide en dos grandes periodos temporales:

4.20.2.1.1 Antes de empezar las obras de implantación.

Antes de empezar la obra es importante comunicar, tanto a los residentes como a los conductores de los vehículos afectados, los desvíos establecidos en el plan.

Para ello, se suelen utilizar diferentes canales:

- Comunicación vía canales de radio. Cuñas de radio, recomendando no utilizar las vías afectadas por las obras excepto los vecinos y servicios recomendando las vías alternativas.
- Buzoneo de trípticos informativos entre los vecinos, comunicando tanto la duración de las obras, restricciones, etc., como itinerarios alternativos.
- Reparto de trípticos informativos en los semáforos que canalizan el tráfico hacia las vías afectadas por las obras.

En estos puntos, diferentes auxiliares, acompañados de agentes de la autoridad, reparten entre los vehículos las recomendaciones para circular por la zona en el momento que empiecen las obras. Suele ser una medida muy efectiva dado que los desplazamientos suelen ser recurrentes.

Ejemplo de comunicación y esquemas de movilidad antes de las obras

4.20.2.1.2 Durante el periodo de obra

Asociado a cada cambio de fase siempre y cuando el cambio de fase afecte a una nueva calle, es necesario implementar una nueva estrategia basada en los puntos anteriores.

De forma complementaria, durante el periodo de obras se pueden implementar las siguientes medidas de refuerzo de la comunicación, que complementan la señalización fija de obra.

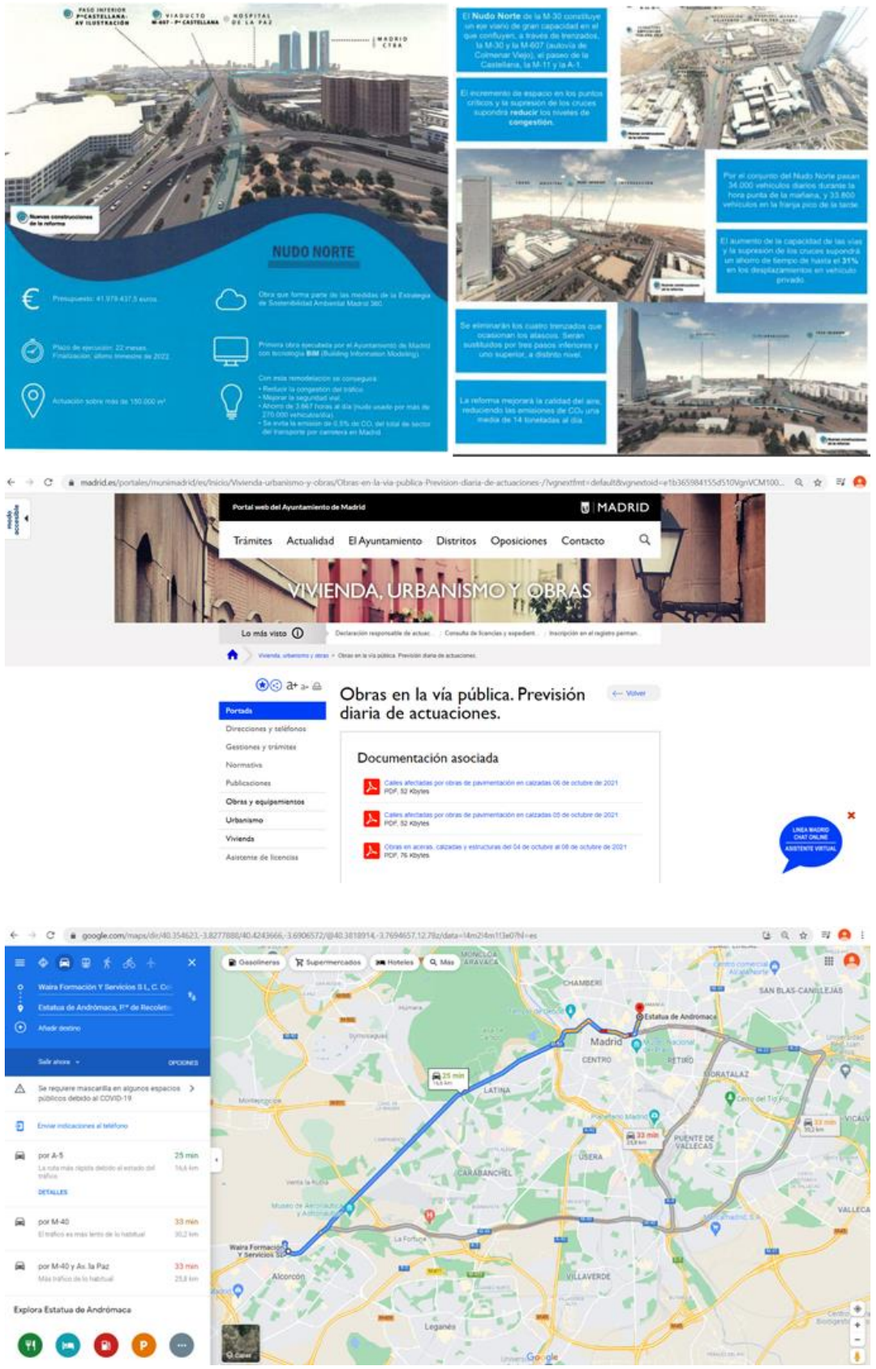
- Utilizar los paneles variables informativos instalados por la ciudad.

  En ellos es importante indicar la afectación de las obras y los itinerarios recomendados, sobre todo indicando vías preferentes para circular.
- Crear un apéndice de la página web municipal que incluya información sobre las obras de la ciudad.

Dentro de la sede electrónica del ayuntamiento de Madrid se plantea la creación de un apartado que informe sobre las obras de la ciudad, su duración y de las alternativas que existen por vías alternativas.

Esta página web podría disponer de un foro de contacto para establecer una relación con los usuarios.

Se propone también establecer relación con los gestores habituales de los Sistemas de Posicionamiento tipo “Google Maps”, para comunicar los efectos de la obra y las recomendaciones para utilizar rutas alternativas.



Ejemplos de comunicación durante de las obras

4.20.3 Plan de Contingencia

El objeto principal es prevenir y controlar sucesos no planificados pero previsibles, y describir la capacidad y las actividades de respuesta inmediata para controlar las emergencias de manera oportuna y eficaz. Los objetivos específicos son:

- Establecer un procedimiento formal y escrito que determine las acciones que hay que seguir para afrontar con éxito un accidente, incidente o emergencia, de forma que cause el menor impacto posible en el funcionamiento del entorno.
- Optimizar el uso de los recursos materiales comprometidos para regular los posibles desvíos o incidentes.
- Establecer procedimientos que se deben seguir para conseguir una comunicación efectiva con los operadores y gestores de las diferentes redes de transporte y los principales servicios de abastecimiento (agua, gas, electricidad), entre otros, y el propio ayuntamiento.

Este plan debe contener la estrategia de respuesta para cada tipo de accidentes o emergencias potenciales que podrían ocurrir, y proporciona flexibilidad de actuación para responder eficazmente a situaciones imprevistas.

4.20.4 Emisiones atmosféricas: humos, gases, polvo, contaminación acústica y vibraciones

Las emisiones principales a la atmósfera provocadas por las obras y que pueden incidir en la calidad del aire son los humos, los gases, el polvo, el ruido y las vibraciones.

Se deberá establecer los criterios dirigidos a garantizar la prevención, la vigilancia y, si procede la corrección y la reducción de las emisiones atmosféricas generadas por las obras, para evitar y reducir los daños y efectos nocivos que se puedan derivar para la salud humana, los bienes, los espacios comunitarios o el medio ambiente, y asegurar la protección debida a la población y al medio urbano.

Ejemplo obra similar a la del proyecto

4.20.4.1 Zonas de sensibilidad acústica

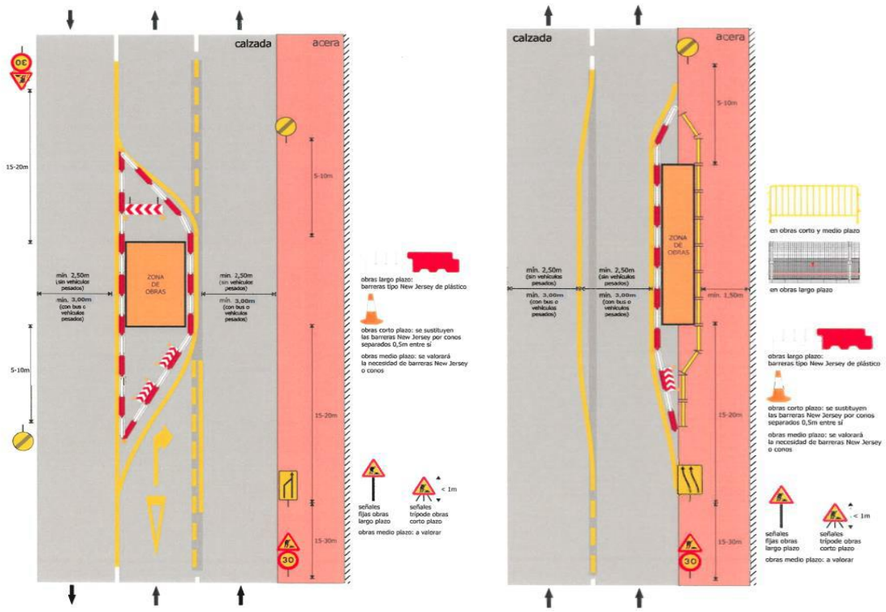
Se consideran zonas de sensibilidad acústica las partes diferenciadas del territorio municipal que tienen características de usos del suelo, urbanización, actividad y recepción del nivel sonoro similares. La delimitación de estas zonas está fijada por el Ayuntamiento mediante la zonificación acústica.

4.20.4.2 Ruidos y vibraciones

La emisión de la maquinaria que se utilizará en la ejecución de las obras debe ajustarse a las prescripciones que establece la normativa vigente (Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el cual se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el cual se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.

4.20.5 Señalización de obras para vehículos

Se incluye un diseño orientativo de la señalización informativa, homogénea, correcta, precisa y de comprensión visual rápida, que ayudará a mantener el funcionamiento óptimo de la vía para evitar indecisiones, incorrecciones y errores de los conductores y, de este modo, reducir el efecto negativo de las obras.



Ejemplo de señalización informativa

Los desvíos se activarán des de las entradas a la ciudad a través de los paneles de información variable disponibles en la ciudad y se concretará con nueva señalización de fondo amarillo dentro del ámbito estricto del proyecto.

Toda la señalización que se propone se basa en las directrices de la Ordenanza Reguladora de la Señalización y Balizamiento de las Ocupaciones de las Vías públicas por Realización de Obras y Trabajos de 27/05/1992 y se mejora con la experiencia de nuestro grupo empresarial en otras obras de gran envergadura como la que se considera en este eje de entrada a la ciudad.

Además, se tendrá en cuenta las recomendaciones del Manual de ejemplos de señalización de obras fijas del MITMA.

4.20.6 Señalización de obras para peatones

La afectación más directa que tienen las obras en los peatones es la ocupación de su espacio de movilidad, durante las obras se intentaran mantener los movimientos de cruce en las mismas posiciones que las actuales desplazando en cada fase los pasos de peatones a las secciones más favorables.

La modificación de los itinerarios habituales genera en los peatones la necesidad de establecer nuevas rutas y orientarse dentro de la nueva configuración del espacio público. Es imprescindible mitigar esta afectación y facilitar a los usuarios información clara y precisa se los nuevos recorridos y alertarlos de los posibles riesgos que se generen cuando intenten seguir de lanera rutinaria los itinerarios habituales. Se utilizará un conjunto de señalización con mensajes garantiza la eficacia a la vez que asegura la homogeneidad y la imagen de calidad de las obras y, como objetivo final, mitiga las molestias que inevitablemente siempre provocan. Se prestará una especial atención a los usuarios con movilidad reducida.

El sistema de señales tipo en cada paso consta de 8 módulos del tipo siguiente:

Ejemplo de señalización informativa peatones

4.20.7 Semaforización en fase de obra

La semaforización propuesta se caracteriza por:

a. Semáforos en báculo sobre dado de hormigón desplazable en función de la fase.
b. Cableado aéreo
c. Sincronización con la red de semáforos transversal, necesidad de estudio de ingeniería de tráfico en fase de inicio de proyecto.
d. Conexionado con la red actual para correcta sincronización.
e. Reguladores provisionales en 7 intersecciones.

f. Acometidas provisionales de la red eléctrica actual.
g. Los ciclos y la programación irán en consonancia con los semáforos

4.21 ESTUDIO DE LA ORGANIZACIÓN, DESARROLLO DE LAS OBRAS Y AFECCIONES A LA MOVILIDAD

Dada la magnitud y complejidad de las obras proyectadas se ha considerado necesario tomar una serie de medidas tendentes, dentro de lo posible, a descargar de tráfico el tramo de la autovía A-5 afectadas por las obras (Av. del Padre Piquer – túnel Av. Portugal). Dicho tramo, prácticamente en su totalidad, tiene una composición de cuatro carriles por sentido, aunque en ambos carriles derechos tienen prioridad los autobuses. La IMD de referencia (2019) es de unos 80.000 vehículos.

Se utilizarán medidas como la de Comunicación de las Obras (medios de comunicación, redes sociales, folletos informativos sobre las obras, etc.), a los usuarios y vecinos. Estas medidas de comunicación serán complementadas y ampliadas, con los mensajes correspondientes utilizando los paneles de "mensaje variable" existentes en las vías de alta capacidad que acceden a la capital, y situados antes de acceder a la vía de circulación M-40 y también la creación de itinerarios alternativos a la A-5, para aliviar el tráfico de dicha infraestructura en obras.

Con esta serie de medidas preventivas, se contempla una reducción del tráfico en la A-5, a la altura de la Av. de los Poblados, y reducir la IMD a 60.000 vehículos aproximadamente. Se han considerado desvíos de tráfico (2+2 carriles) debido a la estrecha franja viaria existente (en general de 35m de ancha) y a la propia ocupación del túnel (32m de ancho).

Se han considerado pasos transversales peatonales a nivel en la A-5, regulados por semáforos cada 450m-500m como máximo. Además, se han previsto pasillos peatonales en sentido longitudinal de la vía, para garantizar la comunicación y permeabilidad peatonal a lo largo de toda la obra.

Desde la Fase-1 prevista, quedan anulados todos los pasos inferiores de peatones que, además de los situados en los cinco enlaces actuales, existen siete pasos más distribuidos en todo el tramo de la actuación. Los pasos de peatones coincidentes con los cinco puentes, de deconstruirán a la vez que dichos puentes y los siete pasos restantes en función de los "tajos de obra" y fase correspondiente.

En cada fase de obra se ha previsto la adecuación de todas las paradas de autobús existentes, incluyendo los accesos peatonales que sean necesarios.

En las distintas fases de tráfico y obra, la comunicación viaria de un lado a otro de la A-5, se realizará "a nivel". A través de los desvíos previstos en los cuatro enlaces existentes, regulados semafóricamente y teniendo en cuenta el habilitar el mayor espacio posible para la disposición de la maquinaria pesada necesaria, para realizar los trabajos de deconstrucción de las estructuras en dichos enlaces.

4.21.1 Accesos principales a la obra

Se han considerado como accesos principales a las obras del "Lote 1" la zona de Padre Piquer (inicio del Proyecto), zona del enlace de la carretera de Boadilla y el enlace de Casa de Campo calle Los Yébenes.

Para el "Lote 2" se han considerado como accesos principales, el enlace de Batán y el enlace del Parque de Atracciones (tramo de conexión con el túnel existente en la Avda. de Portugal).

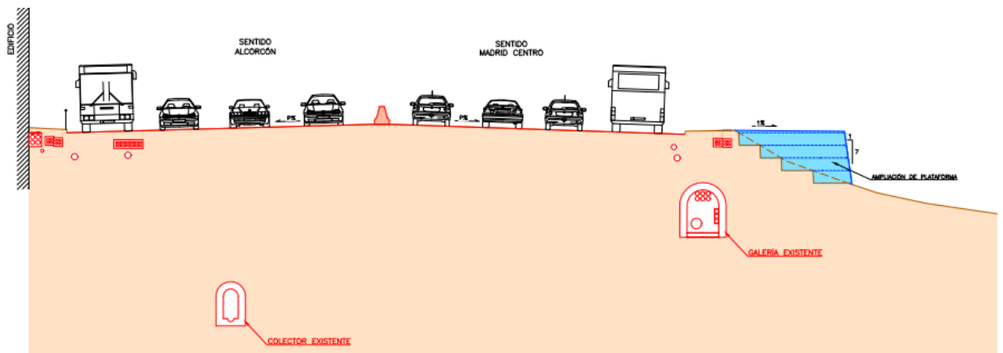
4.21.2 Descripción de las fases de tráfico y obra

Para la realización de las obras y un funcionamiento razonable del tráfico, se han considerado cuatro grandes fases de desvíos de tráfico y obra que se complementarán con fases adicionales, en función de tramos de obras más singulares y relevantes por su complejidad, como es entre otras, el tramo de conexión con el túnel existente de la Av. de Portugal.

El túnel, prácticamente en su totalidad -salvo en el ámbito de los cuatro enlaces actuales que se afectan-, se ha previsto ejecutarlo por el método "*cut and cover*" debido a su cercanía a la superficie. El túnel está compuesto de dos celdas, con tres alineaciones de pilotes y una losa superior de espesor constante de 1m, postesada. Con esta composición del túnel, se han previsto las siguientes fases de ejecución:

Fase-0 (Previa). Preparación de los desvíos de fase-1 y adecuación de las paradas de autobús, itinerarios peatonales protegidos y definición de los itinerarios alternativos, en el tramo de la A-5 afectada por las obras.

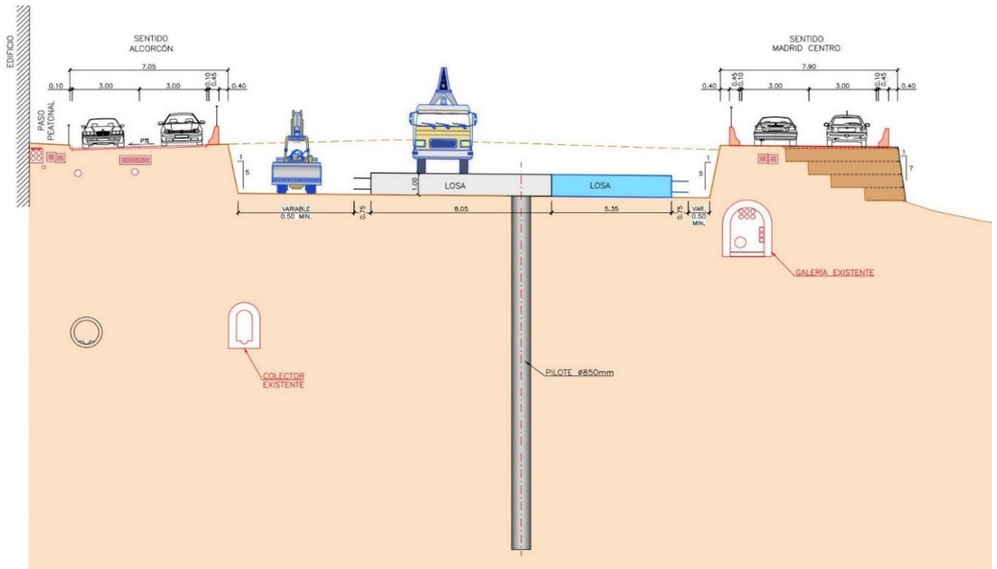
El alumbrado de los desvíos previstos se realizará a través del ya instalado en la A-5. En la Fase-1, el alumbrado del desvío, lado norte, será el mismo que el utilizado actualmente en la A-5 (calzada dirección a Alcorcón). En el desvío lado sur se utilizarán los báculos actuales adaptándolos a la configuración del desvío (dirección Madrid Centro). Para el resto de las fases se seguirán utilizando los báculos del alumbrado existentes, ubicándolos en función del trazado de los desvíos.



Fase 0. Preparación de los desvíos de la Fase 1

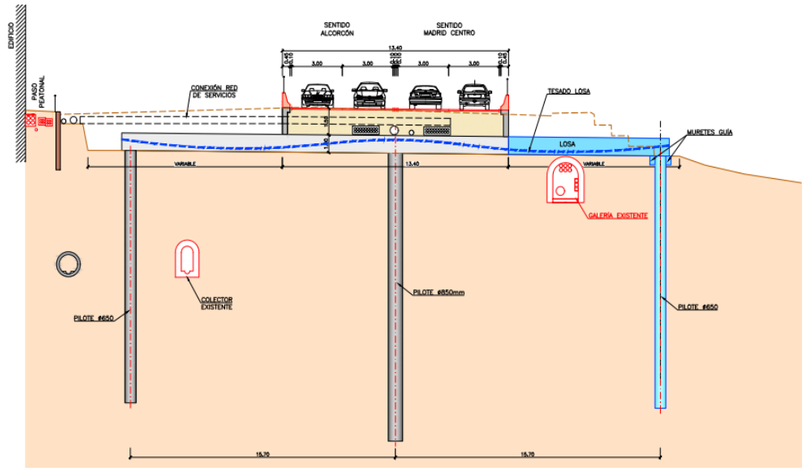
Fase-1. En general, el paso del tráfico (2+2 carriles) se realiza por los laterales de la A-5, dejando el espacio central para ejecutar la obra del túnel (pilote y tramo central de la losa). En el tramo inicial del proyecto (PK 0+780 – PK 1+230), el desvío se realizará por el lado sur de la A-5, salvando el tramo inicial de las rampas los primeros 40 m del túnel.

En esta zona de inicio, el desvío aprovecha la zona del Parque existente (en la fase de urbanización en superficie se repone en su totalidad (en esta zona permite los desvíos propuestos y liberan totalmente el espacio para ejecutar las obras de las rampas del túnel (en las distintas fases), con menos interferencias y de una forma más ágil. En esta fase, en el ámbito de los cuatro enlaces existentes que se afectan, el tráfico (en ambos sentidos) se hace pasar por el lado sur, con el objetivo de conseguir mayor espacio para acometer las demoliciones de los puentes existentes y ejecutar completamente, el tramo de túnel en esas zonas.



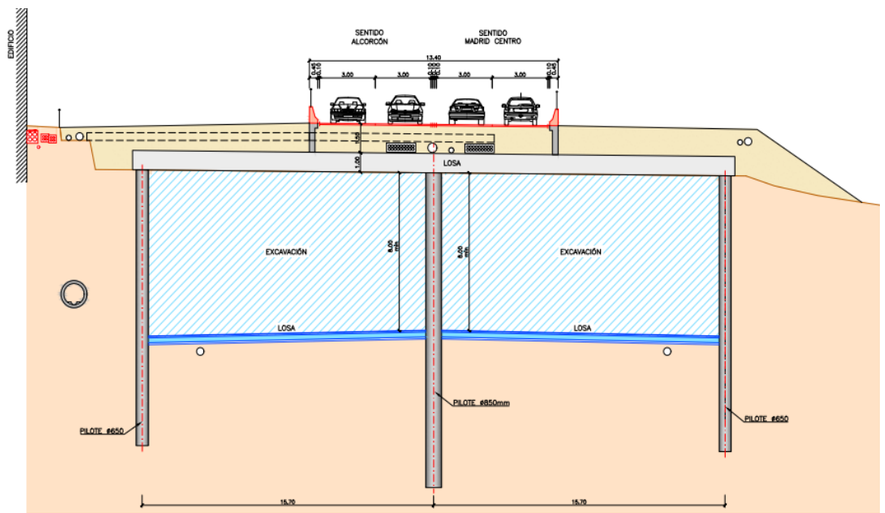
Fase 1. Ejecución de pilotes y losa central

Fase-2. Se pasa el tráfico (2+2) por la zona central, sobre la losa y la reposición de servicios ya ejecutados en la Fase-1. En las franjas laterales se ejecutan las obras en el espacio ya liberado. Una vez concluida la estructura del túnel (tres líneas de pilotes y la losa superior), se realizarán los trabajos de tesado dicha losa.



Fase 2. Ejecución de pantallas de pilotes y losas laterales

Fase-3. En esta fase los desvíos de tráfico (2+2) siguen discurriendo en superficie aprovechando, en parte, el trazado de los viales definitivos. Se excava el túnel y se construye la losa inferior, cámaras de ventilación, y se realizan las instalaciones del túnel. En paralelo se inicia la ejecución, en superficie, de los viales definitivos, aceras, zonas verdes y demás elementos de la urbanización.

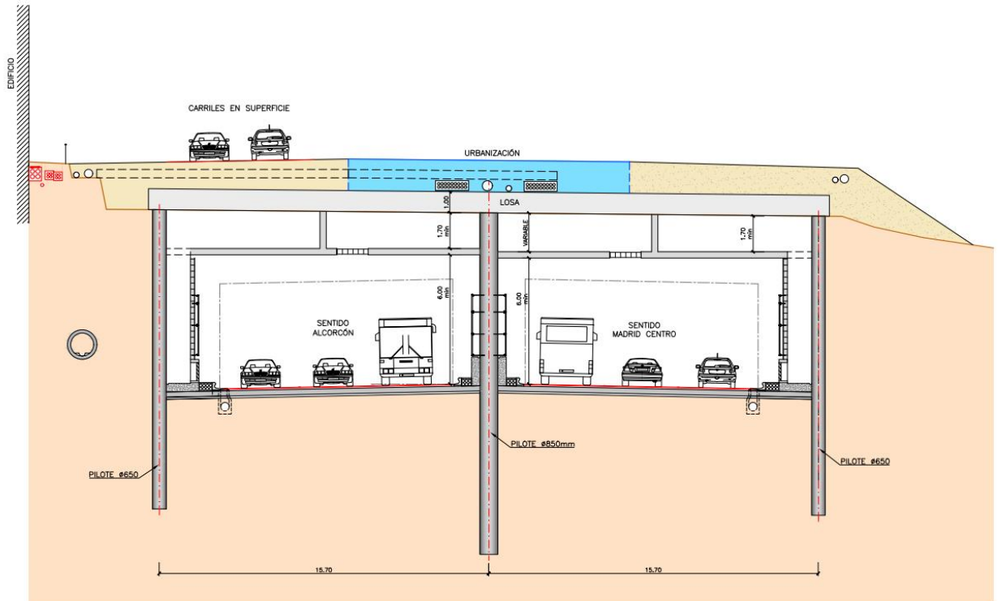


Fase 3. Excavación e instalaciones del túnel y urbanización en superficie

Fase-4. Se restituye el tráfico principal de la A-5 (3+3) al ponerse en servicio el nuevo túnel.

El tráfico local en esta fase discurre por los viales ya definitivos ejecutados en la fase anterior. En esta fase también se ejecuta la losa de la cubierta, en los últimos *200m* del tramo de conexión con el túnel existente (Av. de Portugal), con vigas prefabricadas y en horario nocturno. Esta apertura cenital es necesaria para poder ejecutar los desvíos tráfico/obra (Fase 3).

Para la instalación de las vigas prefabricadas, se habilitará un desvío nocturno desde este enlace de P. de Atracciones hacia el Pº de Extremadura. Duración aproximada de esta operación, 2 semanas.



Fase 4. Puesta en servicio del túnel y urbanización en superficie

4.22 MODELIZACIÓN DEL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS

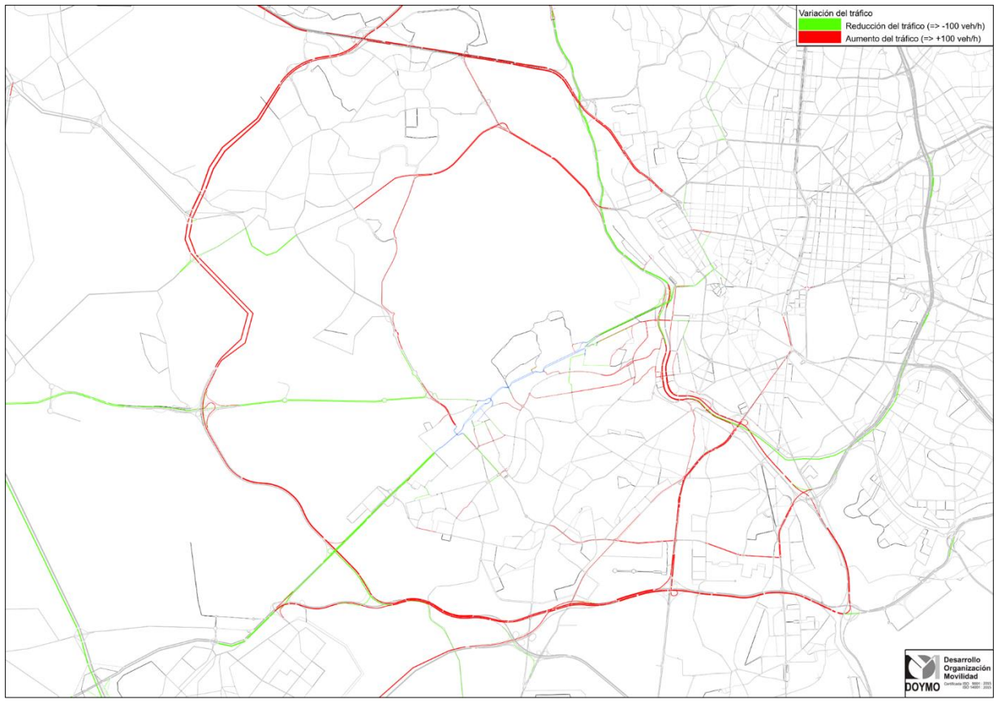
A la hora de valorar el alcance del plan de desvíos de tráfico y de la capacidad de los desvíos, se ha procedido a realizar una modelización de los efectos sobre el tráfico del plan de desvíos propuesto, que consiste en mantener un mínimo de dos carriles por sentido y hasta 5 intersecciones semaforizadas en calzada, con un funcionamiento en dos fases para minimizar los inconvenientes en la capacidad de la carretera.

Se ha realizado la simulación para la Fase 1 de desvíos teniendo en cuenta que el resto de las fases se mantiene la capacidad general del sistema.

Debido a los desvíos previstos por las obras del túnel, en base a los datos obtenidos con el modelo, se estima que no solo la A-5, sino otras vías del entorno inmediato registrarán una reducción de las intensidades durante las horas punta de mañana y tarde. Tal y como se puede observar en el siguiente cuadro, los descensos más pronunciados se producirán en la entra y salida del túnel de la M-30, sobre todo en la entrada que en la punta de tarde se estima una bajada de un -45% del tráfico.

Esto pone de manifiesto que una gran parte de los conductores buscaran recorridos alternativos ya que la pérdida de capacidad (se pierden dos carriles por sentido) y la reducción de la velocidad (se pasa de 70 km/h a 50 km/h) lo han convertido en un itinerario menos competitivo.

En la siguiente figura se muestran las variaciones de tráfico en la A-5 y las vías en entorno destacando solo los tramos en los que el tráfico aumento o disminuye más de 100 veh/h.



Variaciones de tráfico en la A-5 y entorno durante las obras

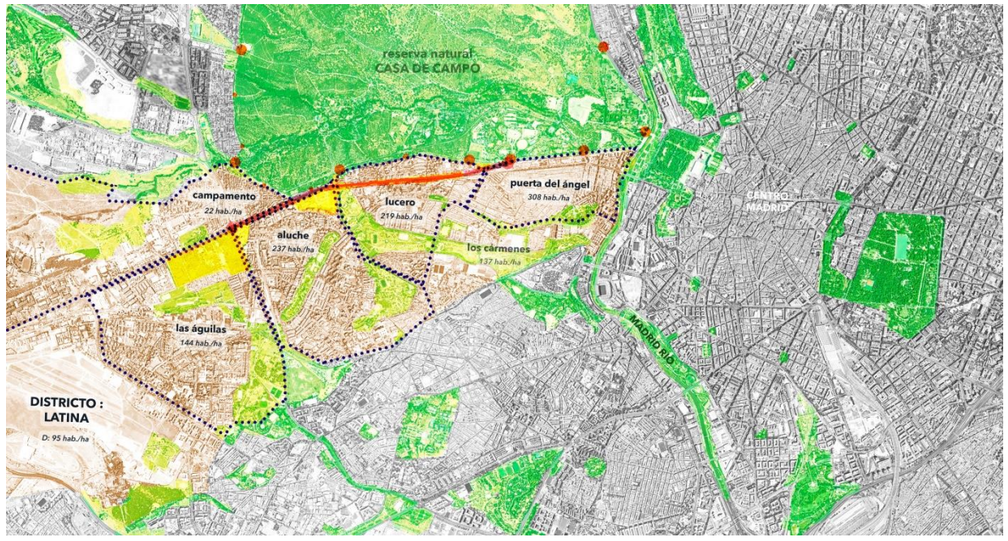
4.23 PROYECTO DE URBANIZACIÓN

4.23.1 CRITERIOS DE DISEÑO DE LA URBANIZACIÓN

La regeneración urbana del entorno de la actual A-5 y la recuperación para la ciudad del espacio en superficie que ésta ocupa en la actualidad es el objetivo principal del proyecto. El proyecto de urbanización, a la vez que integra de forma equilibrada y compatible todos los flujos de circulación peatonales, bicicleta y vehículos, tanto longitudinales como transversales, persigue la sutura del tejido urbano de los barrios al norte y sur del Paseo, hoy divididos por el paso de la autovía A5.

El Proyecto propone como elemento vertebrador un gran Paseo Verde, que da continuidad y conecta longitudinalmente el este del barrio de Campamento hasta la actual Av. Portugal y el entorno de Puerta del Ángel.

Tal elemento vertebrador, incorpora y multiplica la permeabilidad transversal, generando pasos accesibles a nivel y dando continuidad a ejes prioritarios de circulación, tanto peatonales como viarios, que conectan los barrios adyacentes. De esta forma se alcanzaría uno de los objetivos prioritarios de la propuesta de urbanización, que es cicatrizar la fractura del Distrito de la Latina, que separa los barrios al norte de la A-5, Campamento, Lucero y la Casa de Campo, de los barrios al sur, Las águilas, Aluche, Lucero y Puerta del Ángel.



Paseo Verde como elemento vertebrador y conector entre barrios del Distrito de la Latina y Madrid Río.

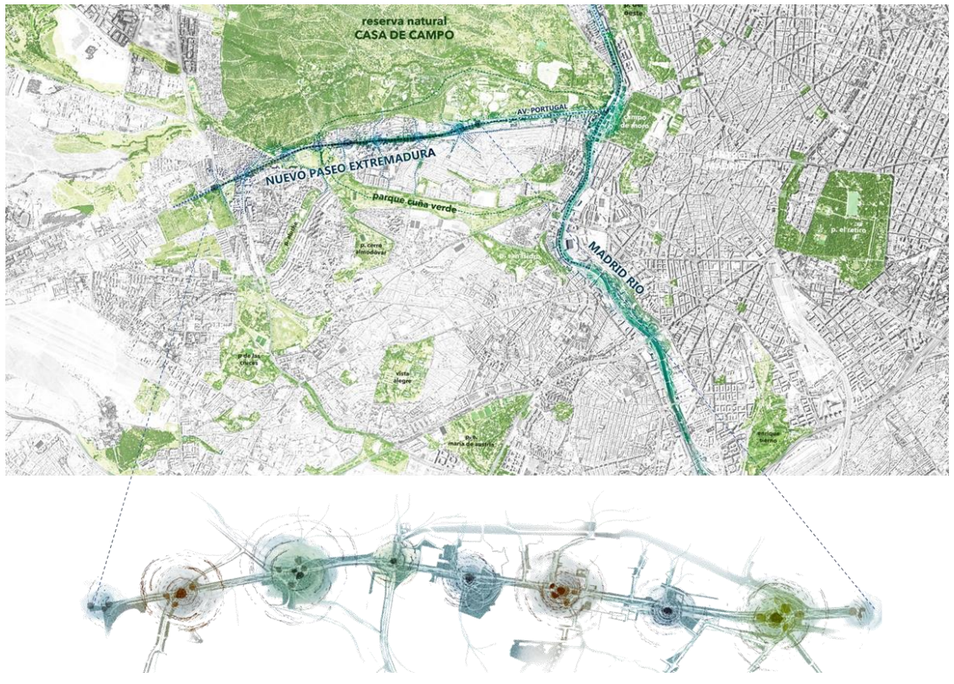
El Paseo Verde en superficie conecta longitudinalmente con la zona peatonal de la Avenida de Portugal, y concluye en el entorno de la Avenida Padre Piquer con un recorrido aproximado de unos 2.990 metros.

En el mismo se prioriza la movilidad peatonal y ciclista, dejando unos viales mínimos para atender los recorridos locales del vehículo privado, y las líneas de autobuses en el entorno.

Desde el punto de vista de la ciudad, y siguiendo las líneas estratégicas de Madrid 360, se consideran los siguientes criterios y objetivos de diseño:

1. Potenciar la movilidad "blanda" – posibilidad de 3,0 km de nuevo paseo peatonal continuo y carril bici: **objetivo Madrid saludable**
2. Mejorar la permeabilidad en superficie – multiplicar los ejes transversales a nivel para peatones: **objetivo Madrid accesible**
3. Nuevas polaridades: multiplicar usos, programas y sinergias entre paseo y equipamientos existentes: **objetivo Madrid eficiente**
4. Multiplicar el verde y la biodiversidad + zona de bajas emisiones: **objetivo Madrid sostenible**
5. Nuevo foco de atracción de la ciudad- continuidad de Madrid Río y nueva puerta a la Casa de Campo: **objetivo Madrid global**
6. Explotar al máximo la complejidad de sus sistemas. (soterramiento + BUS VAO + transporte público + sistemas de control inteligente): **objetivo Madrid inteligente**

De este contexto nace la propuesta del nuevo Paseo de Extremadura o Paseo Verde del Suroeste, que a escala macro podemos considerar como una extensión de Madrid Río, que nos va a permitir secuenciar y activar el nuevo paseo con la generación de 7 nodos y sus transversalidades, conectándolo con la Casa de Campo, el parque Cuña Verde y con el resto de los equipamientos y servicios de los barrios.

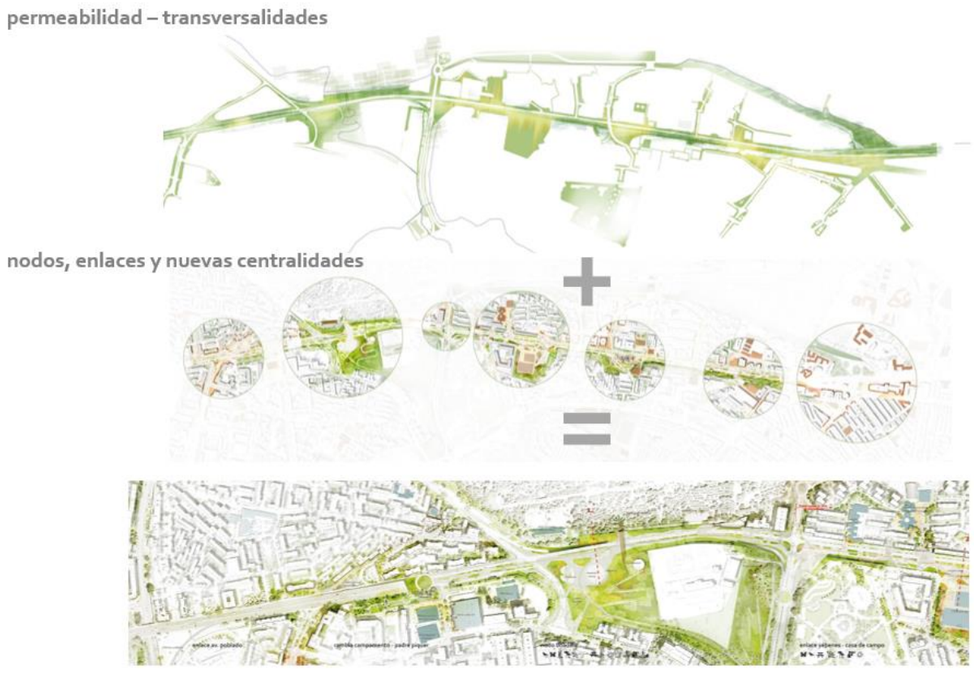


Propuesta a escala macro

De esta manera, la traducción a la escala distrito permite combinar las nuevas transversalidades con esos nodos, los enlaces y la generación de nuevas centralidades, dando respuesta al objetivo inicial de reequilibrar las movilidades, y apostar por una movilidad sostenible basada en potenciar el transporte público, el peatón y la bicicleta.

EL resultado es un proyecto muy ambicioso que va más allá del soterramiento de la A-5; un proyecto ciudad que, además de la mejora de la movilidad implícita en el encargo, mejorará las condiciones de habitabilidad de los vecinos de los barrios de Latina y de su entorno.

Todo ello sin perder de vista el control de la inversión a realizar, en coherencia con los retornos esperados, y la planificación de una obra de gran escala que, aunque condicionará el funcionamiento de la ciudad durante unos años, se tratará de ajustar al máximo para minimizar la afección a los barrios y al resto de la ciudad de Madrid.



Propuesta a escala barrio

Sobre el trazado del túnel viario se ha desarrollado una sección multifuncional (de viario local, vialidad blanda peatonal y ciclista, vegetación y usos ciudadanos), que ha permitido resolver los desniveles entre barrios a cada lado de la autovía a la vez que encajar el paso de instalaciones, para hacer del paseo un espacio público fundamentalmente en plataforma única que integra las calles, comercios, equipamientos a ambos lados del Paseo.

Sección tipo de urbanización

La permeabilidad transversal del peatón se producirá a lo largo de todo el Paseo Verde, mientras que los cruces transversales de los vehículos privados se podrán realizar en las mismas ubicaciones aproximadas que ocupan en la actualidad los pasos inferiores bajo la autovía; si bien serán repuestos como cruces del tejido urbano regenerado en la superficie sobre el túnel, en cuyo interior transitará el tráfico de la A-5.

El trazado de la autovía A-5 presenta actualmente cuatro enlaces en el ámbito del Proyecto. Se han analizado diferentes alternativas para cada uno de ellos, de tal modo que se combina la conexión viaria con el túnel de nueva construcción, con la resolución del tráfico local en superficie, haciendo las conexiones transversales viarias más eficientes y compatibles con la circulación y confort peatonal.

Por lo tanto, una vez analizado en detalle el funcionamiento e interacción entre las distintas movilidades y objetivos finales del proyecto, se define las siguientes actuaciones claves para el ámbito:

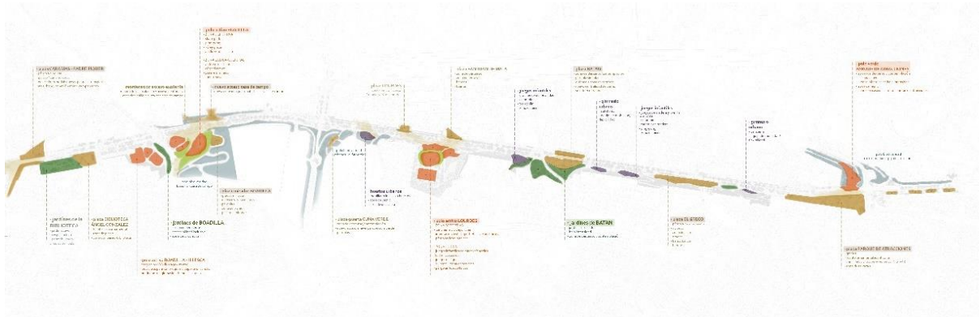
Conectividad peatonal

- Conexión y nuevos accesos a Parques Urbanos y Forestales (Cuña Verde + Casa de Campo)
- Aumento permeabilidad peatonal trasversal
- Aumento aceras – posibilidad de activación planta baja
- Sección asimétrica: prioridad y mayor confort paseo peatonal
- Aumento y mejora seguridad de cruces peatonales
-

Movilidad

- Ciclovia doble sentido Madrid Oeste-centro
- Incremento intermodalidad metropolitana eficiente
- Disminución carga de tráfico rodado en superficie
- Red/infra transporte público eficiente (paradas recurrentes, accesibles e integradas)
- Estaciones/parking bicicleta

Planta de movilidad y conectividad transversal



Planta de usos de urbanización

Combinado con los grandes enlaces viarios en superficie, se definen 7 nodos o nuevas centralidades de barrio a lo largo del paseo con el objetivo de generar una transformación urbana positiva, revitalizando zonas fragilizadas del entorno inmediato del nuevo paseo y buscando generar una diversidad estimulante que caracterice y genere puntos de mayor intensidad en cada tramo. Recorriendo desde Av. Portugal hasta Av. Padre Piquer, encontramos:

— 1. Enlace del Parque de Atracciones

Presenta actualmente una solución más típica de un enlace viario de autovía, con hasta tres niveles de movimientos, que supone una brecha significativa en la ciudad a ambos lados de la A-5.

La solución propuesta resuelve los fuertes desniveles existentes en un espacio tan concentrado, e invita a la conexión peatonal en superficie desde el sur con la Casa de Campo.

La solución propuesta integra en la trama urbana el Paseo Verde con el Paseo de Extremadura, el viario sobre el túnel de la Avenida de Portugal y el acceso sur hacia la Casa de Campo. La mejora del entorno para los vecinos ubicados en el sur de la A-5 será muy trascendente, tanto a nivel visual, sonoro y de regeneración del espacio urbano.

Se extienden las zonas verdes generando una lectura continua entre Paseo Verde y Casa de Campo en la parte norte de la intervención, y a sur, una vez recuperado del nivel de la urbanización a plantas bajas existentes, se define la primera gran plaza del trayecto, marcada por su proximidad e interacción de usos con el Colegio Divino Maestro y demás fachadas comerciales. Se propone como elemento identitario una gran fuente seca, que además de garantizar el confort térmico durante los meses más calientes, su posible uso lúdico refuerza la integración del espacio público con los equipamientos del entorno.

Sección tipo ámbito parque de atracciones.

Sección tipo ámbito El Greco.

— 2. El Greco

En esta zona se pretende enfatizar la presencia y establecer una fuerte interacción entre el Centro Cultural El Greco ubicado al norte de la A-5, el Centro Deportivo Municipal El Olivillo a sur, y el Paseo Verde, a través de dos elementos que caracterizan este nodo:

1. La apertura de un sistema de gradas y rampas a sur integradas al verde y a la topografía existente, que además de tener un diseño que permita su polivalencia, aproxima y religa estos dos equipamientos de referencia en el barrio con el nuevo paseo, viabilizando así una importante conexión transversal accesible y fluida entre las zonas sur y norte del barrio de Lucero.

2. La implantación de una pérgola verde en superficie que no solo genera una generosa área sombreada, como también define una potente área abrigada flexible de dimensiones adecuadas para abrigar usos diversos como mercados locales, eventos socio-culturales, deportivos, etc. Vinculados a las actividades existentes y futuras demandas de los vecinos de proximidad. La implantación de un posible quiosco también ha sido contemplada como posible escenario de usos compatibles para esta zona.

En una situación de balcón, donde el talud sur se aprovecha como grande franja verde arbolada que permite explorar experiencias paisajistas de interés, se propone el Nodo Greco como epicentro de actividades de gran intensidad, flexibles, dinámicas e inclusivas.

— 3. Enlace de Batán

En este entorno se plantea de nuevo la sustitución de un paso inferior bajo la A-5 con un relevante desnivel topográfico, por un cruce viario en superficie que recupera la cota de la ciudad y cicatriza la brecha que supone la autovía y su enlace actualmente.

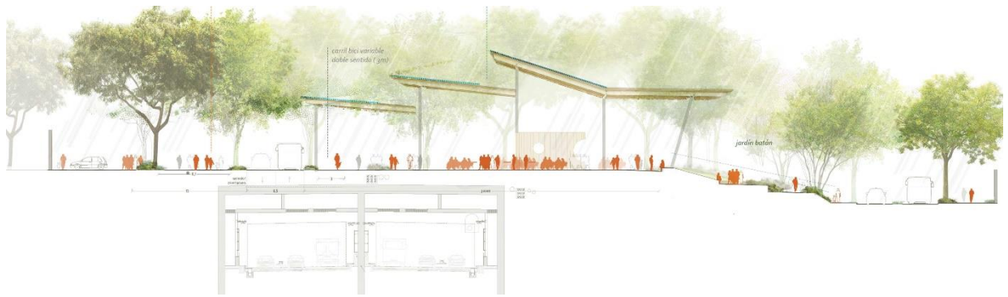
En el espacio recuperado para la ciudad, que ocupa actualmente el ramal de conexión con el paso inferior existente, se prevé la implantación de una gran pérgola, que suponga un nuevo espacio identitario para el entorno y defina el espacio de la Gran Plaza de Batán. La superficie de las pérgolas podría emplearse como un espacio adicional de generación de energía fotovoltaica.

Aparte de la definición de la gran pérgola y plaza polivalente, este nodo se ancla y busca generar una simbiosis con los equipamientos y espacios públicos de proximidad, tanto a sur como a norte de la actual A-5. Por lo tanto, aquí la conexión, fluidez y confort de la circulación peatonal transversal juega un papel crucial en la definición de la intervención que busca funcionar como nodo central de la conexión Metro Batán y Puerta Casa de Campo, hasta llegar al centro del barrio de Lucero.

Se aprovecha el sutil desnivel entre el eje central del Paseo Verde y la conexión con C. de Cebreros para generar un dinámico jardín en terrazas transitables a través de un sistema de rampas sutiles y plataformas intermedias. El arbolado propuesto en esta zona pretende ser una referencia en el entorno, modificando el paisaje considerablemente para los vecinos de la zona.

Al norte, se elimina el vial duplicado del tramo paralelo a la actual A-5 de la C. Serafín de Asís, proponiendo una solución eficiente de movilidad rodada que no perjudique a los vecinos y no genere un impacto visual, sonoro y de seguridad al flujo peatonal del Paseo Verde. Con este cambio, se busca aumentar la superficie de espacio público a nivel y conectar de forma más clara y funcional, tanto con el Centro de Acogida e

Integración Social Santiago Masarnau, como con la Plaza de los Franciscanos, que tiene un eje interno de interés de conexión peatonal con el nuevo Paseo Verde.



Sección tipo ámbito Batán.

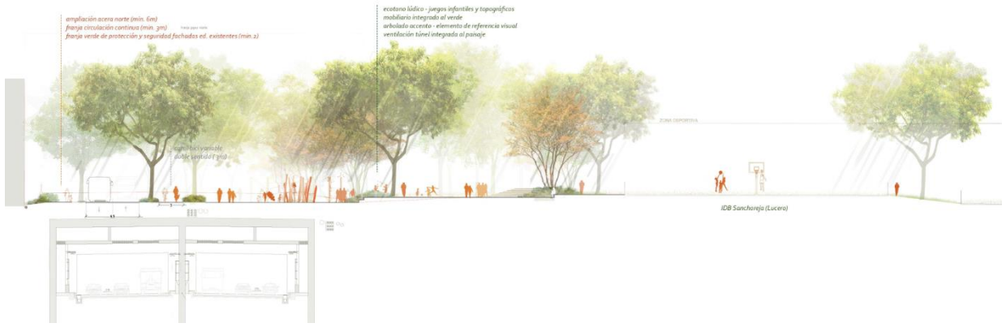
— 4. Lourdes

Diferente de los Enlaces Parque de Atracciones y Batán, el nodo Lourdes es definido por su fuerte potencial como polo activo vinculado a los grandes equipamientos educativos y deportivos ahora presentes en el entorno. Aquí identificamos como una clara oportunidad de transformación contundente del barrio y fachada colindantes, que actualmente sufre con la relación conflictiva de fractura urbana debido a la implantación de la autovía, una vez se establezcan las conexiones transversales accesibles que generen una continuidad entre los espacios públicos a norte y sur del Paseo Verde, y se revitalice la relación entre entorno inmediato y el futuro Paseo Verde.

Buscando generar sinergias entre los usos y actividades ya presentes en el entorno y un contraste con el programa propuesto para nodo El Greco, el nodo Lourdes prevé la generación de unas zonas de juegos infantiles diversos e inclusivos, conectados al Paseo Verde y a las instalaciones deportivas IDB Sanchoreja, ubicadas al sur de la A-5.

La ubicación de cruces peatonales estratégicos marca la importancia de la conexión transversal de carácter peatonal entre el Paseo Verde y la secuencia de espacio públicos internos vinculados al Colegio Lourdes, en la parte norte del barrio de Lucero.

Como elemento federador y singular en este tramo, el arbolado juega un papel clave para amenizar el impacto visual de continuas fachadas a ras del Paseo y generar un cambio en el paisaje que sirva como referencia/elemento identificador tanto para los vecinos de proximidad, como para los ciudadanos de Madrid que transiten longitudinalmente por el paseo.



Sección tipo ámbito Lourdes.

— 5. Enlace Yébenes

El enlace Yébenes – Cuña Verde cicatriza una de las más evidentes fracturas y discontinuidades del ámbito del proyecto, recuperando la cota de la ciudad y de edificios del entorno y reubicando el vial de doble sentido a la superficie.

En conjunto con esta gran transformación topográfica, en este ámbito el proyecto de urbanización busca aproximar los parques Cuña Verde (sur) y la Casa de Campo (norte), completando con una pieza clave el límite del Parque C.V. con el nuevo paseo.

Tal espacio público, configurado como una plaza blanda cubierta por pérgolas, busca tanto abrirse al paseo como servir de nueva puerta de acceso parque Cuña Verde. El eje Yébenes, ahora a nivel y accesible a través de aceras generosas y arboladas, conduce el peatón al Metro Casa de Campo y a una de la principales entradas al parque.

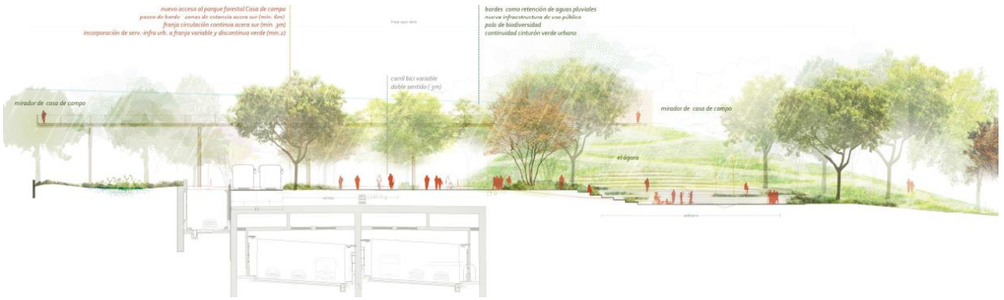
— 6. Casa de Campo – Boadilla

El tramo comprendido entre la Calle de los Yébenes y la Carretera de Boadilla está fuertemente condicionado por la presencia de la subestación eléctrica situada al sudeste de la A-5. Se propone generar un parque que envuelva y oculte la subestación, así como un mirador hacia la Casa de Campo y a este nuevo polo de actividades de escala metropolitana.

La propuesta permite ordenar la fisonomía de esta zona, transformando este nuevo parque en un núcleo activo de usos diversos como: anfiteatro urbano encajado en la topografía con gradas verdes integradas al paisaje; un nuevo skate-park; juegos infantiles topográficos; zonas de ping-pong y mesas de picnic; la duplicación del tramo de la ciclovia del anillo verde, ahora con una opción a nivel de acceso y conexión al tramo interno de Casa de Campo; un nuevo quiosco mirador en la cota más alta del montículo existente

que se abre al oeste del Paseo Verde; y un nuevo paisaje natural de referencia que funcione como extensión y permita una lectura continua entre la Casa de Campo y el nuevo proyecto.

También se propone integrar al sistema de espacios verdes públicos vinculados al Paseo la IBD Illesca, actualmente ubicada al sur de la A-5, mediante recorridos accesibles a nivel, zonas enjardinadas y nuevos puntos de acceso, con una posible expansión del programa de uso deportivo.



Sección tipo ámbito Casa de Campo-Boadilla

— 7. Padre Piquer

Diferente de las condiciones del entorno en los tramos anteriores al encontrase la boca de entrada al túenel, el nodo-enlace Padre Piquer exige una solución adaptada del Paseo Verde, tanto a nivel de movilidad rodada, como programática y paisajística.

En esta zona se ubica el intercambiador de Padre Piquer, que coincide con el cruce de la Línea 5 de Metro bajo la autovía A-5 en su configuración actual. El Proyecto pretende mejorar el funcionamiento del intercambiador “de facto” que se produce en este cruce, en el que los viajeros de los autobuses interurbanos conectan con la Línea 5 del Metro. Vinculado a esta demanda, se proponen zonas de circulación y estancias generosas, sombreadas por pérgolas o arbolado que visualmente sirvan de referencia para los usuarios y conecten ambos lados sur y norte del Paseo Verde antes del final de la cobertura.

Aquí la sección del vial cambia conformándose un glorieta en la parte final de la cobertura que distribuye el tráfico hacia los viales laterales de las rampas del túnel. Se prevé la remodelación del parque existente en el lado sur, frente a la Biblioteca Publica Ángel González, con el objetivo de integrar este equipamiento de referencia en el barrio al sistema del Paseo Verde. Se propone generar una nueva plaza abierta en el tramo de fachada de la biblioteca hacia el Paseo, conformada por una fuente identitaria y zonas de estancia sombreadas por el arbolado

Ya en el tramo siguiente de los jardines, se propone una integración eficiencia con los flujos peatonales, tanto longitudinales como transversales, vinculados a zonas césped flexibles y parterres enjardinados, generando así recorridos de interesante contraste paisajístico-5.

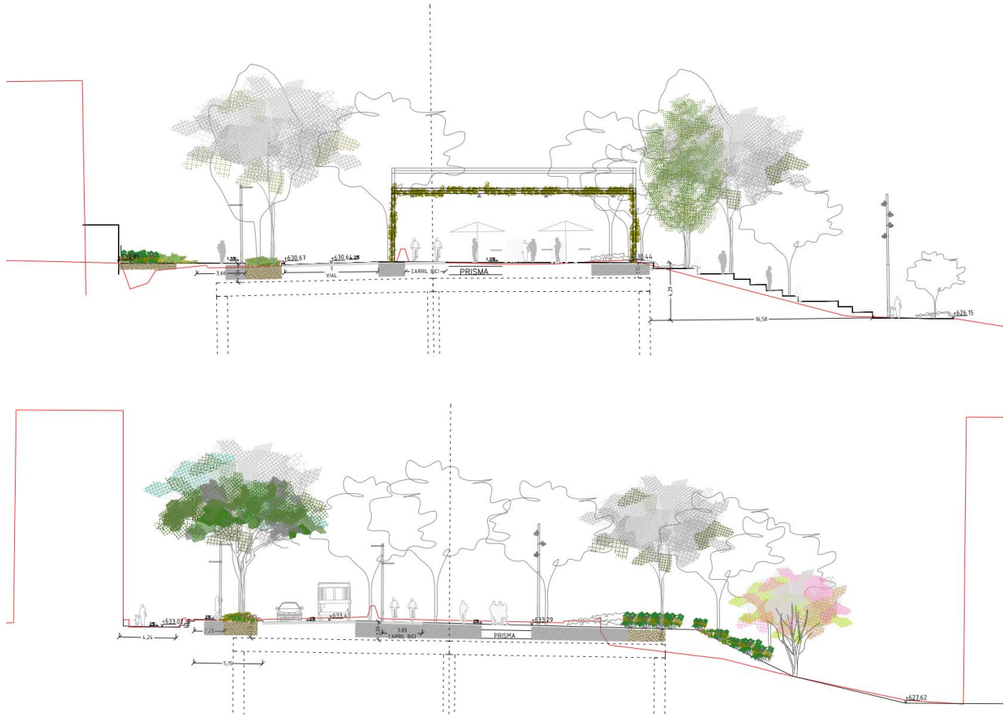
4.23.2 SECCIONES DE VIALES EN SUPERFICIE Y PEATONALES

Se han establecido diferentes secciones tipo adaptando el trazado del vial en superficie a las variaciones del entorno.

En general la sección tipo está configurada con una acera peatonal (norte) de 8 m de anchura acompañando un vial de doble sentido de dos carriles de 3,5 m cada uno. Se establece un desnivel de 14 cm entre acera y calzada con bordillo de 14 cm de plinto. La calzada se establece con peralte único hacia la línea de bordillo dejando la parte alta como límite del carril bici. El plinto entre el carril bici y la acera será como mínimo de 10cm. Una franja de separación con vegetación variable acompaña el carril ciclista. Los espacios peatonales y de paseo surgen en el resto de la sección como entornos que se integran en la topografía y dan continuidad de relación con los barrios limítrofes.

En secciones con dos o más carriles la sección se propone con bombeo y con desnivel de 14 cm a ambos lados de la calzada.

Las anchuras de las aceras son variables cuando se pretende la adaptación de la sección a los entornos urbanos limítrofes, siguiendo criterios de integración de la vegetación en las diferentes transiciones de taludes y desniveles entre la sección tipo sobre la losa del túnel y los espacios laterales.



Secciones tipo de vialidad en superficie

Como ejemplo, en la sección tipo en el barrio de Lucero se logra la ampliación acera norte (min. 8m), una de franja circulación continua (min. 3m) y la incorporación de servicios e infraestructura urbana en la franja variable y descontinua verde (min.2); al sur del vial, también se plantea una circulación continua para el paseo sur con un mobiliario urbano vinculado a parterres (zonas de estar – limite verde privado), en contraste entre tramos de transición y nodos-enlaces. En todo el ámbito se busca una alta diversidad de especies vegetación arbustiva, herbácea y arbolado.

Sección tipo tramo Lucero – paseo balcón

Las secciones tipo consideradas para los viales de superficie se han diseñado de acuerdo con la "Instrucción de diseño de la vía Pública" del Ayuntamiento de Madrid. En el punto 5 del presente anejo se definen y justifican las diferentes secciones tipo proyectadas.

4.23.3 FIRMES Y PAVIMENTOS

En el ámbito del proyecto de urbanización encontramos 7 tipos de firmes diferentes, combinando pavimentos y soluciones drenantes/semi-drenantes con pavimentación de adoquines/losas de granito y asfalto en los viales principales.

Entre los pavimentos drenantes o semi-drenantes encontramos:

- El terrizo en todas sus variantes en cuanto a granulometría hasta llegar a la grava fina;
- También la arena y/o material específico para las zonas de juego de niños;
- El pavimento de adoquín sobre lecho de arena y junta abierta;
- El césped/herbáceas accesibles.

Con respecto a la pavimentación dura, se prevé realizar con un modelo de pieza o conjunto de piezas tipo losa de granito de tono beige claro que permita a través del dibujo del despiece, creado por las propias juntas, dar una sensación de total de transversalidad de fachada a fachada de forma que las piezas rectangulares de diversos tamaños generen el efecto de líneas continuas perpendiculares al sentido de circulación de los coches. Existen múltiples formas de utilizar en el diseño los siguientes parámetros, la disposición de las piezas, el cambio de dimensiones y el acabado superficial (si es una prenda lisa, brillante o mate etc.) para crear espacios de diferentes caracteres y cualidades, por eso el proyecto intenta definir los ámbitos particulares a partir de las siguientes estrategias:

- Piezas de granito de grandes dimensiones para espacios generosos y multifuncionales.
- Piezas de granito rectangulares formando líneas diferenciadas, ya sea por tamaño o textura en zonas de circulación y aceras.
- Adoquín de granito pequeño para los viales secundarios o en plataforma única, ya que resisten mejor al paso de vehículos.

Trabajar con diferentes dimensiones nos permite adaptarnos mejor a las irregularidades del espacio urbano, a la geometría y los encuentros, así como a la integración funcional de elementos de la importancia de las tapas de las instalaciones urbanas enterradas, además de enriquecer lectura de los pavimentos.

Para poder elegir la materialidad de la losa, se han valorado los aspectos como la durabilidad y el impacto ambiental.

Según datos extraídos de la tesis Construction Materials Manual (Hegger et al.), la vida media de los materiales de urbanización, teniendo en cuenta el desgaste del uso y la acción de los agentes atmosféricos, sin considerar el deterioro debido a deficiencias mecánicas, sería:

- Material pétreo (70 /80 años)
- Piedra artificial (+ 25 años)
- Klinker (40/80 años)
- Hormigón in situ (30/40 años)
- Aglomerado asfáltico (15/30 años)

Teniendo en cuenta que el tráfico esperado en la zona del soterramiento es T1 (según la norma 6.1 IC) con una IMD próxima a los 40.000 vehículos y de entre 30.000 y 1.000 en el cubrimiento de la A5 y calles colindantes, se establece, según la Normalización de Elementos constructivos del Excmo. Ayuntamiento de Madrid, que la categoría de tráfico en el tronco de la actuación (soterramiento de la A5) será tráfico pesado (Categoría A), mientras que, en el resto de las vías en las que se actúa (cubrimiento de la A5 y calles colindantes afectadas, se establece una categoría de tráfico medio (Categoría B).

VIALES DE TRÁFICO RODADO DE VIALES EN SUPERFICIE Y CALLES ADYACENTES:

La sección propuesta para las calles que discurrirán sobre el futuro soterramiento de la A5 es la siguiente (grupo I-B según NEC):

- 25cm de hormigón H-20
- Riego Curado C60 B3 CUR
- Riego de adherencia C60 B3 ADH
- 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 bin BC 50/70 S.
- Riego de adherencia C60 BP3 ADH
- 3 cm de mezcla bituminosa en caliente discontinua tipo BBTM 11 B PMB 45/80-60

ZONAS PEATONALES Y VIALES DE TRÁFICO PACIFICADO:

Los pavimentos proyectados para las zonas peatonales o de tránsito secundario o pacificado, se componen de piezas de granito de tono beige claro, tanto en las aceras a norte como en el paseo peatonal, variando de grosor de piezas entre 6 y 10 cm de acuerdo al uso especificado (piezas de mayor grosor en accesos mediante vados de vehículos en aceras, viales pacificados, etc…).

Se busca optimizar la capacidad drenante de las superficies pavimentadas en acera con una solución compuesta, donde: en las franjas de plantación colindantes con el vial de anchura mínima de 2 m, se intercala con los parterres de plantación, zonas de adoquín con junta verde que aumenten la permeabilidad de la superficie transitable sin generar conflictos con servicios, instalaciones y posibles usos en la acera.

En las zonas de circulación peatonal y aceras, donde se propone el uso de piezas de granito, el despiece propuesto para todo el ámbito del paseo trabaja con una variación de franjas lineales entre piezas de las siguientes dimensiones:

LOSAS: 200 x 200 mm; 400 x 400 mm; 600 x 400 mm; 600 x 200 mm.

ADOQUINES: 100 x 100 x 100 mm (franja de junta verde aceras / tránsito rodado normal / zonas pavimentadas de topografía más acentuada o irregular); 200 x 100 x 100 mm (viales de servicio en plataforma única).

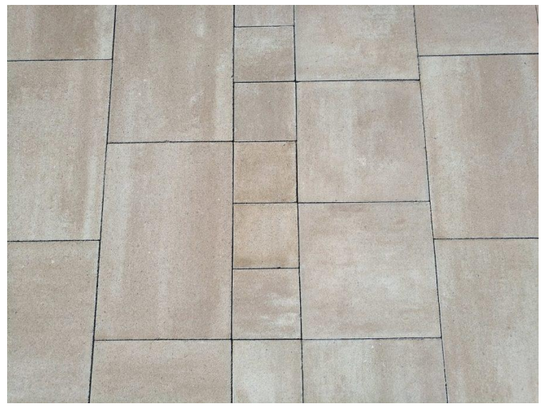


FIGURA 1. Ejemplo composición despiece de pavimentos de granito

PAVIMENTOS PEATONALES Y CARRIL BICI:

Se proponen los siguientes tipos de pavimentos para las aceras, zonas peatonales y carril bici:

- Acera de piezas de granito sobre subbase de suelo estructural

Piezas de granito de 6 cm de espesor	6 cm
Mortero de asentamiento M-350	2 cm
Base de hormigón HM-20	15 cm
Subbase de suelo estructural	60 cm
Subbase de gravas 4-6 mm	6 cm
Subbase de gravas 2-4 mm	6 cm
Estructura o suelo subyacente	-

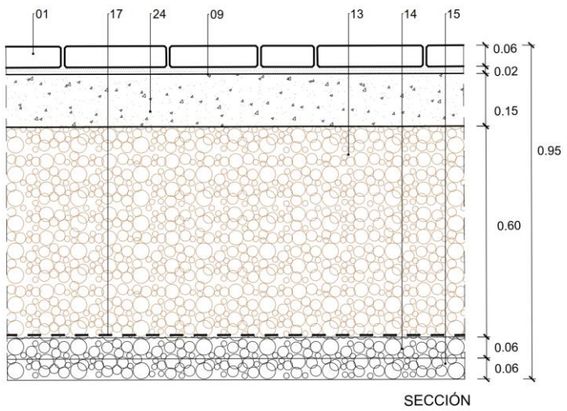


FIGURA 2. Sección tipo acera sobre suelo estructural

- Acera de piezas de granito sobre terreno natural o relleno sobre cubierta

Piezas de granito de 6 cm de espesor	6 cm
Mortero de asentamiento M-350	2 cm
Base de hormigón HM-20	15 cm
Subbase de zahorra artificial 98 % PM	20 cm
Terreno natural / relleno sobre cubierta	-

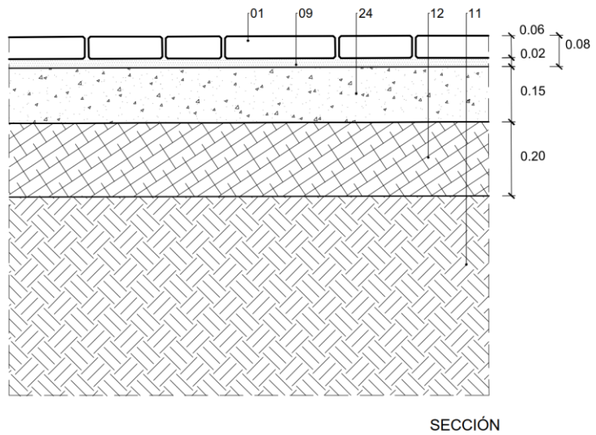


FIGURA 3. Sección tipo acera sobre terreno natural

- Viales con pavimentos de terrizo

Pavimento con material terrizo	10 cm
Subbase de zahorra artificial 98 % PM	15 cm
Terreno natural	-

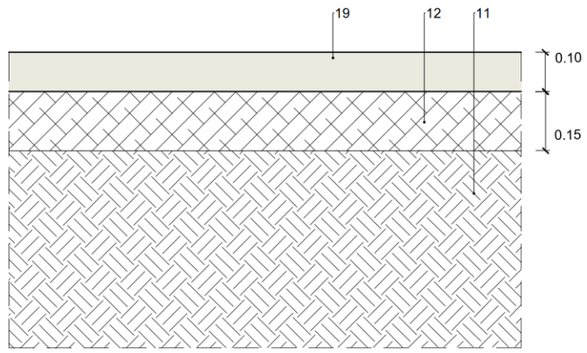


FIGURA 4. Sección tipo viales con pavimentos de terrizo

- Carril bici con pavimento de hormigón coloreado sobre subbase de suelo estructural

Pavimento de hormigón coloreado	5 cm
Base de hormigón HM-20	15 cm
Subbase de suelo estructural	variable (aprox. 60 cm)
Subbase de gravas 50-70 mm (drenaje de cubierta)	20 cm
Estructura subyacente	-

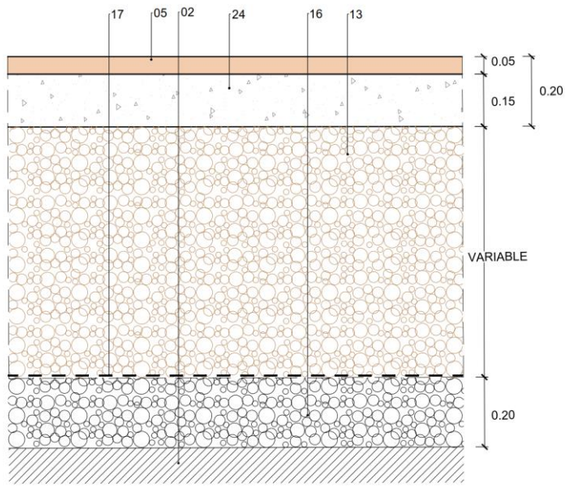


FIGURA 5. Sección tipo carril bici con pavimento de hormigón coloreado

Los vados de peatones y de vehículos serán de los tipos especificados en la Normalización de Elementos Constructivos para obras de urbanización del Ayuntamiento de Madrid, seleccionando para los segundos los vados en acera para vehículos tipo II, ya que todas las aceras proyectadas disponen de una anchura superior a los 2 metros. Bajo los vados se colocará una base de hormigón HM-20 de 20 cm de espesor para un correcto asentamiento y transmisión de las cargas de la pieza.

Las piezas de granito colocadas en acera deberán tener un espesor de mortero de cemento portland M-350 de base que no será en ningún caso superior a 3 cm. Los adoquines se colocarán pieza a pieza con mortero pastado, no se instalarán mediante mortero seco.

Los fondos de excavación se compactarán al 95 % Proctor Modificado, el resto de rellenos y la subbase de zahorra se compactarán al 98 % PM.

4.23.4 SUELO ESTRUCTURAL

Para permitir un correcto crecimiento de las especies vegetales a plantar en el ámbito de la actuación se proyecta la utilización de una base de suelo estructural bajo algunas zonas pavimentadas de acera. Esta base de suelo estructural, por tanto, se extiende más allá de los parterres y alcorques con especies vegetales en su interior, situándose por debajo de aceras y conectando las zonas verdes aisladas en superficie.

Para la definición de las secciones que incorporan la base de suelo estructural nos hemos basado en estudios realizados por la Universidad de Cornell (EUA) y otras experiencias previas para secciones de tránsito puntuales de vehículos de emergencia en aceras y espacios de paso eventual.

En el presente caso, se prevé que el tránsito circule por calzada asfáltica sobre sección normalizada (base de hormigón y subbase de zahorra artificial compactada al 98 % PM y, puntualmente, puedan circular vehículos de emergencia sobre pavimento de acera. En el primer caso, no se ha considerado la colocación de suelo estructural en la subbase en ninguna zona de proyecto, mientras que en la segunda opción se considera la utilización de suelo estructural en algunas superficies (en las zonas de conexión de parterres/plantaciones de arbolado).

Dada la importancia de la vegetación en este proyecto y con el objetivo de favorecer la biodiversidad y la habitabilidad del arbolado en el mismo, la premisa principal es la optimización de las condiciones del subsuelo para la mejora de la conectividad biológica del substrato de soporte de los pavimentos, convirtiéndose el suelo estructural en un soporte clave de las secciones de firme de los diferentes pavimentos de acera y de su convergencia entre ellos.

Los pliegos de pavimentos del Ayuntamiento de Madrid no contemplan este tipo de secciones tipo, es por ello que, en una primera aproximación, se ha intentado conjugar los pliegos actuales de pavimentación con las demandas y la necesidad de dotar a las secciones de pavimentos de la posibilidad de crecimiento del sistema radicular de los árboles bajo el espacio de acera, incluso la conexión de este sistema entre las diferentes hileras de arbolado distribuidos en superficie.

En consideración, se plantea una base de hormigón de 15 cm de espesor entre la capa de los adoquines de granito previstos en acera y la capa de suelo estructural que, en este caso, funcionarían como una base de zahorra bajo el pavimento de acera. Asimismo, los adoquines de granito se colocarán mediante una capa de mortero de asentamiento tipo M-350 sobre la base de hormigón.

El suelo estructural previsto es el recogido en las especificaciones de CU-Structural Soil de la Universidad de Cornell. A continuación se muestra la composición del suelo estructural propuesta en proyecto.

TABLA 22. Composición del suelo estructural propuesta en proyecto

SISTEMA DE SUELO ESTRUCTURAL				
MATRIZ DE ÁRIDO	PORCENTAJE EN VOLUMEN 100%	MATERIALES	VOLUMEN REAL (M3)	VOLUMEN APARENTE (M3)
Fracción sólida superior	65	Grava angular	0,65	0,929
	65	Grava angular de cantera 4-2 cm	0,65	0,929
Fracción sólida media	15	Grava y arena cerámica	0,15	0,248
	1,5	Grava de material cerámico 5 mm	0,015	0,023

	13,5	Arena seleccionada 2-0,05 mm	0,135	0,225
Fracción sólida inferior	20	Limos y arcillas	0,20	0,387
	7	Limos 0,05-0,002 mm	0,07	0,127
	13	Arcilla < 0,002 mm	0,13	0,260
Fracción materia orgánica	5	Materia orgánica	0,05	0,250
	2	Compuesto origen animal	0,02	0,100
	2	Compuesto origen vegetal	0,02	0,100
	1	Carbón vegetal	0,01	0,050
Hidrogel	0	Hidrogel (0,8 kg/m3 tierra)	0,003	
Totales	105		1,05	1,814

4.23.5 PAVIMENTOS DRENANTES

Para dar cumplimiento a la ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid, relativo a los pavimentos porosos, en el que se establecen los porcentajes mínimos a utilizar de pavimentos porosos respecto la superficie total de urbanización se considera una superficie objetivo de pavimentos porosos del 35% sobre la totalidad del nuevo Paseo Verde, considerando toda la superficie urbanizable como zona verde urbana, excluyendo de ésta la calzada de los viales.

Teniendo en cuenta esta superficie objetivo se han proyectado un 60% de pavimentos porosos según se justifica en la siguiente tabla:

Tipología de pavimentos	Superficie (m2)	%
Pavimento Impermeables	**63.133**	**40%**
Pavimento de granito	55.077	
Pavimento de hormigón coloreado (Carril bici)	8.056	
Pavimento permeable	**95.263**	**60%**
Pavimento drenante entre parterres	2.498	
Pavimento de terrizo	19.469	
Parterres	71.463	
Pavimento zonas lúdicas (arena o caucho)	1.833	
Total	**158.396**	**100%**

4.23.6 ALUMBRADO PÚBLICO

El presente proyecto propone renovar en su totalidad la red de alumbrado público del ámbito. Actualmente el alumbrado existente tiene una configuración de alumbrado de carretera, orientado a dar servicio al actual viario. Se propone el cambio de este tipo de báculos por una tipología más urbana tanta en el nuevo paseo verde como en los espacios que se crean en los nudos.

El cambio de la sección de la calle con la inclusión de los parterres que conforman el corredor verde, los espacios de acera y zona de vehículos y del carril bici central, implica la propuesta de una solución adaptada a esta nueva configuración y al futuro uso como espacio de prioridad de peatones

Dado a que se trata de un paseo verde y con la voluntad de ser un espacio para peatones con baja intensidad de tráfico se proponen báculos con proyectores múltiples que con sus diferentes alturas y orientaciones permitan alcanzar los diferentes espacios con un mismo criterio de espacio único y unitario, incluyendo también la franja vial.

Todo el nuevo alumbrando empleará tecnología LED.

4.23.7 Criterios de diseño

Todos los elementos recogidos en el presente proyecto cumplirán tanto el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales del Ayuntamiento de Madrid relativo a obras de urbanización como la Normalización de Elementos Constructivos (NEC) vigente. En caso de no encontrarse los elementos propuestos en el proyecto en la NEC vigente se ha verificado con el industrial que la tipología de columna propuesta se ha instalado anteriormente en obras del Ayuntamiento de Madrid y por tanto han sido aprobadas por el mismo.

La nueva red de alumbrado se conectará a los cuadros existentes. Se prevé la instalación de un nuevo cuadro en sustitución del existente para alimentar tantos las nuevas líneas de alumbrado como las que cuelgan de estos cuadros y que se sitúan fuera del ámbito de la actuación. La ubicación de estos cuadros se señala en los planos de alumbrado público. Al sustituir las luminarias existentes de VSAP por luminarias LED y adecuar los niveles lumínicos a zonas peatonales se disminuye la potencia consumida por lo que con las acometidas eléctricas actuales se podrá alimentar toda la red sin necesidad de nuevas acometidas o ampliaciones de potencia.

Las nuevas líneas de alumbrado que parten de los centros de mando tendrán una potencia máxima de 15 kW nominales y dispondrán de regulador de flujo y telegestión modular. Se admitirán hasta 6 líneas de alumbrado por CM. Para reducir en lo posible el consumo de energía eléctrica, satisfaciendo en todo momento las necesidades visuales de los usuarios, el encendido y apagado de la instalación de alumbrado público se realiza mediante interruptor horario astronómico digital, incorporado en el módulo control.

Los puntos de luz definidos se distribuyen entre tres tipos de conjuntos luminarias-columnas diferenciados según la zona donde se ubican. Estos conjuntos son los tipos NEOS y TECEO GEN de SCHRÉDER combinando columnas de diferentes alturas y luminarias de distintas potencias para poder alcanzar los niveles lumínicos requeridos.

Para el alumbrado de viales se utilizarán columnas troncocónicas de acero galvanizado de 8 metros de altura. En el caso de alumbrado decorativo urbano de jardines y plazas, las columnas podrán ser de 5 hasta 8 metros de altura, en función de lo indicado en los estudios luminotécnicos.

Luminaria tipo NEOS 3 de Schréder

Luminaria Urbana Modelo TECEO

Las zonas situadas bajo las pérgolas proyectadas se iluminarán mediante proyectores tipo NEOS1 anclados a la propia estructura de la pérgola.

Las cimentaciones de las columnas, se ajustarán a las especificaciones indicadas en la Normalización de Elementos Constructivos del Ayuntamiento de Madrid AE-17. Serán de hormigón en masa HM-20/P/40, e irán dotadas de espárragos roscados, zunchados en su interior, de acero F-111 según UNE-EN 10.083 para sujeción de los soportes o del centro de mando. Las roscas de los pernos de anclaje utilizados se ajustarán a la norma UNE 17704-78. Para permitir el acceso de conductores al interior de la columna, se preverá un tubo de Polietileno de alta densidad libre de halógenos de diámetro 90 mm.

Las canalizaciones de la nueva red discurrirán preferentemente por zonas de acera, independientemente de los cruces que sean necesarios para atravesar los viales. Se seguirán las prescripciones de la Normalización de Elementos Constructivos del Ayuntamiento de Madrid AE. 11 y AE. En aceras el relleno de las zanjas se realizará mediante con tierras seleccionadas de la propia excavación. En cruce de calzada se ejecutarán en prisma de hormigón HM-20, protegiendo los tubos por encima de su generatriz y en toda su longitud, con banda de polietileno con la leyenda “CABLES ELÉCTRICOS”. Posteriormente la zanja se rellenará con tierras seleccionadas de la propia excavación. La ejecución de los cruces se realizará siempre rectos y en general perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera hacia el interior, unos 20 cm del bordillo, hasta coincidir con el trazado de la red de aceras. Los tubos empleados para la canalización de conductores serán de polímero de alta densidad LIBRE DE HALOGENOS, según UNE: EN50086-2-4, de 110 mm, con exterior corrugado y liso en interior, de resistencia al aplastamiento 450 Nw., con guía pasa cables de polipropileno.

Entre 2 arquetas consecutivas, los tubos de plástico serán continuos, sin ningún tipo de empalme. La distancia máxima entre arquetas será aproximadamente de 40 m. Las arquetas seguirán las prescripciones de la Normalización de Elementos Constructivos del Ayuntamiento de Madrid AE. 14.1 y AE. 14.2. Para efectuar los cruces de calzada, derivaciones, paso y toma de tierra, se emplearán arquetas, de 0,538 x 0,538 m de anchura (dimensiones interiores) y distinta profundidad, 0,94 m para las de cruce de calzada y 0,60 m para los pasos, derivaciones y tomas de tierra. Serán de hormigón de resistencia característica HM-20, con espesor de paredes mínimo de 15 cm, o de fábrica de ladrillo de ½ pie de espesor, enfoscadas y fratasadas por su interior. Las arquetas de cruce de calzada, derivación y/o paso, así como las de toma de tierra, no dispondrán de solera propiamente dichas, dejándoles el fondo de tierra compactada sin hormigonar para drenaje. En la parte superior de la arqueta se dispondrá de un marco y tapa de fundición dúctil tipo C-250, con el escudo municipal y la leyenda Ayuntamiento de Madrid – Alumbrado Público, según norma UNE-EN 124-95. La ubicación exacta de las arquetas será fijada por la Dirección de obra.

Los conductores empleados serán del tipo unipolar, aislados para una tensión nominal de 1.000 V y para una tensión de prueba de 3.500 V. Estarán compuestos por una cuerda de cobre sobre la que llevarán aplicada una capa de polietileno reticulado y cubierta también será del mismo material, tipo XLPE - 0,6/1 KV. Cumplirán con la nueva normativa CPR. La sección mínima a utilizar en los conductores subterráneos de la red de distribución será de 6 mm², no efectuándose empalmes a lo largo de toda la red. Los conductores empleados deberán cumplir las normas UNE 21030-96 y 21123.

La red de distribución se realizará en tendido subterráneo sin empalmes, en el interior de las canalizaciones y arquetas preparadas al efecto.

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas accesibles de la instalación y el armario metálico. Se establecerá una red equipotencial, mediante conductor aislado verde-amarillo de sección igual a la máxima existente en los conductores activos y mínimo 16 mm² de sección y 750 V de aislamiento,

instalado dentro del tubo de la red de fuerza de alumbrado, uniéndose a electrodos de difusión, tipo placa de cobre 500x500x2mm, situados en las arquetas de cada uno de los puntos de iluminación y conectado a ellos mediante cable de 35 mm2 de cobre desnudo. Este cable discurrirá por el interior de la canalización; los empalmes, en los casos que fuesen necesarios, se realizarán mediante soldadura de alto punto de fusión. De este cable principal partirán las derivaciones a cada punto a poner a tierra, (masas metálicas de los electrodos, báculos, columnas, centros de mando, etc.), con cable de la misma sección y material unidos a las partes metálicas mediante tornillo, tuerca y arandela de cobre o aleación rica en cobre que garantice el contacto permanente. La línea principal de tierra, que une el electrodo hasta la primera derivación o empalme, tendrá siempre una derivación de 35 mm².

En el anejo de alumbrado del presente proyecto se adjuntan los estudios lumínicos de la propuesta de alumbrado.

4.23.8 JARDINERIA

En el proyecto de plantaciones se impone como prioridad proveer confort térmico, mejorar la habitabilidad del paseo y garantizar el máximo de prestaciones ecosistémicas, incluyendo:

- Proveer sombra estacional para mejorar el confort térmico y la habitabilidad del paseo.
- Ante un espacio muy abierto y expuesto, generar espacios a la escala humana mediante plantaciones multiestrato que reconozcan la diversidad funcional de la sección, paseo peatonal con zonas de estar, carril bici, paso vehículos, etc…
- Naturalizar el paseo y mejorar la biodiversidad vegetal y animal asociada.
- Reforzar la conectividad ecológica entre Parque del retiro, Paseo Extremadura, Madrid Río y el Parque de la Cuña Verde.
- La fijación de CO2, partículas en suspensión y contaminantes
- Mitigación del ruido del tránsito local
- Mejora de la cualidad paisajística del paseo y celebrar el paso de las estaciones mediante el dinamismo cromático de las distintas especies de los diferentes estratos.

Para lograr estos objetivos el principal reto es conseguir una gran cobertura arbórea y un gran volumen foliar, capaz de modificar las condiciones ambientales del Paseo de Extremadura. El objetivo del proyecto de jardinería es llegar a una cobertura arbórea próxima al 70-80% y maximizar la superficie de parterres en cohabitación funcional con los flujos y usos previstos. Todo esto encima del cajón del túnel y con un espesor de tierra limitado respecto a lo que serían plantaciones arbóreas en plena tierra.

Estado actual.

Propuesta de urbanización.

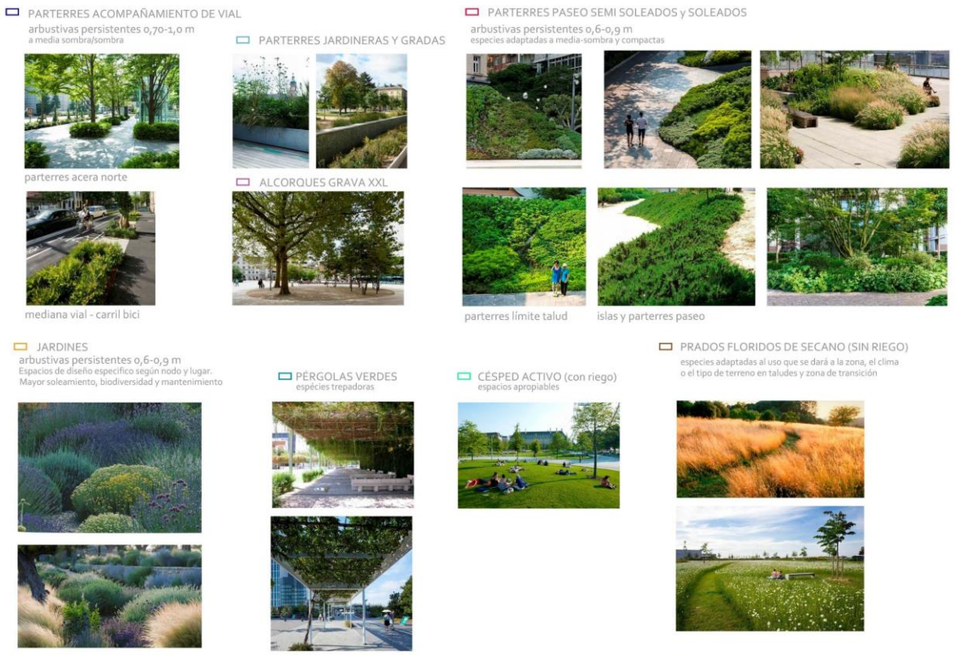
La selección de paleta vegetal responde a la aportación de prestaciones ecosistémicas, riqueza paisajística y experiencial a los 3,0 km de Paseo.

En términos de arbolado, el proyecto de jardinería identifica 8 tramos de plantación que grosso modo se corresponden con los nodos y los tramos-tipo que quedan comprendidos entre sí. Para cada uno de estos tramos se propone una paleta vegetal que se detalla en el anejo número 12 de jardineria del proyecto del lote 3.

Para la interpretación de la paleta de Arbolado se ha perseguido el siguiente equilibrio:

- Dar una lectura de conjunto a la Avenida de Extremadura y federar los distintos ámbitos con patrones de plantación similares y algunas especies comunes que se repiten en la mayor parte de tramos: Celtis australis como principal árbol de sombra alternado con,según tramos, Fraxinus angustifolia 'Raywood', Pistacia chinensis y Gleditsia triacanthos 'Skyline' (variedad no invasora). Acentos de porte medio como Cercis canadensis, Acer monspessulanum o Sorbus domestica que también se alternan en la totalidad de los 3.6km

- Alternar suficientemente la composición arbórea y espacial de los distintos tramos para conseguir una amplia paleta de formas de utilizar y gozar de los espacios públicos del nuevo paseo urbano. En los nodos y ensanchamientos del paseo, con usos 'ad hoc' las mismas especies se agrupan en otros patrones para cobijar tales usos. También en estos casos los parterres vegetales toman mayor dimensión y aparecen jardines 'ad hoc'.



Tipologías de parterres proyectadas.

En el anejo número 12 se detallan las especies propuestas en cada subámbito del proyecto.

4.23.9 RED DE RIEGO

En la definición de la red de riego se han seguido las recomendaciones de la Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid (Ayuntamiento de Madrid) y de la Norma para redes de Reutilización (Canal Isabel II). Situándose 2 contadores principales, uno para cada una de las subzonas de riego, S1 y S2, alimentados desde la tubería de agua regenerada de la Avenida Yébenes, en su intersección con la A5.

Los contadores de riego considerados derivan un caudal (*Qd*) de 15 m^3/h para la subzona S1 mientras que este caudal será de 20 m^3/h en la S2. Todas las derivaciones se realizan con "bypass" maestros, de 4", dejando un 20% del *Qd* para el funcionamiento simultáneo de las bocas de Riego.

Desde las acometidas proyectadas saldrá una red primaria de riego y otra red primaria de bocas de riego. La primera servirá para llevar agua de riego a los diferentes "by-pass" sectoriales de riego por goteo para parterres arbustivos y arbolado, así como a los "by-pass" sectoriales de riego por difusión en parterres con césped. Desde estos "by-pass" sectoriales saldrán las redes secundarias de riego que llevarán el agua a los elementos finales de riego, como son los anillos de goteo para los árboles, los tubos de goteo para el riego de los parterres y los difusores de riego.

Los sistemas de riego considerados son el riego localizado (goteo) y el riego por difusión. En el riego por goteo (empleado principalmente para el riego de árboles, arbustos y tapizantes) el agua circula por la red de tuberías de la instalación, desde el cabezal hasta llegar a los goteros autocompensantes, que aplican hasta 2,3 l/h y trabajan a presiones próximas comprendidas entre 0,5 y 3,5 bares.

En el riego por difusión el agua circula a presión por la red de tuberías enterradas de la instalación hasta llegar a los aspersores, donde la presión disponible induce un caudal de salida que es distribuido en forma de lluvia.

En total se obtienen 30 sectores de riego por goteo en parterres, 33 sectores de riego por goteo en arbolado y 5 sectores de riego por difusión.

En el anejo 12 del proyecto de urbanización (Lote 3) se detalla el diseño de la red y se adjuntan los cálculos de la pérdida de carga en la red.

4.23.10 MOBILIARIO URBANO

El mobiliario urbano se coloca a lo largo del paseo intercalado entre las zonas de estancia, entre parterres, en las plazoletas y en los bordes del mismo para que el usuario pueda disfrutar de las zonas verdes y de los nuevos espacios creados.

Para dar continuidad y coherencia al proyecto sin perder las especificidades que caracterizan a cada tramo del nuevo Paseo Verde, el proyecto agrupa los elementos de mobiliario urbano (mesas, bancos, sillas, papeleras, fuentes, etc.) en 4 categorías según ámbito y función:

- ELEMENTOS **LÍMITE/TOPOGRAFÍAS**: de dimensiones y formas muy variables de acuerdo a su ubicación y función dentro del espacio público. Dentro de este grupo, las más significativas son las gradas con el mismo acabado que la pavimentación del conjunto, integradas a taludes o desniveles, como las gradas del nodo El Greco o Boadilla.

Imágenes de referencia de las gradas propuestas en Boadilla y el Greco

- ELEMENTOS **PASEO**: en esta zona del proyecto, el programa propuesto y la intensidad de uso exige un tipo de mobiliario resistente, comunitario y que también sirva como límite físico para la protección de los parterres con vegetación arbustiva / herbácea y de las caídas. Se escoge un modelo que sea versátil con un diseño limpio y dinámico que ponga en evidencia la vegetación sin causar ningún impacto visual por encima de ésta, y que invite al usuario a utilizar los espacios de contemplación con períodos de estancia más largos.

  Se propone un tipo de mobiliario más ligero e individual, sillas en ocasiones ubicadas formando pequeños grupos, de madera y con un diseño que invita al usuario a reclinarse y disfrutar de la experiencia del sitio. En los espacios más amplios, se genera una mezcla entre estos elementos ligeros/cálidos y los elementos más rígidos, como mesas de picnic.

  - Bancos y sillas tipo BILATERAL de URBIDERMIS.
  - Mesa de picnic tipo HARPO de URBIDERMIS.

Banco Bilateral, con y sin respaldo y mesa picnic Harpo

- ELEMENTOS **ACERA**: sin generar estridencias entre la zona principal del paseo y el resto de espacios públicos de Madrid, se propone para las zonas de acera en un entorno más urbano, una familia versátil, un modelo estandarizado con un diseño ligero, cómodo y que sea resistente a la intensidad de uso.
  - Bancos y sillas tipo HARPO de URBIDERMIS.

Banco familia Harpo, de Urbidermis

- ELEMENTOS **COMPARTIDOS**:
  - Banco circular tipo SOC de ESCOFET.
  - Aparcamiento de bicicletas tipo BICI-N de ESCOFET.
  - Papeleras tipo MORELLA de ESCOFET.
  - Fuentes de agua potable tipo CAUDAL y ATLANTIDA de URBIDERMIS

Banco circular Soc y aparcamiento de bicicletas, de Escofet

Aunque se hayan definido familias distintas, los modelos elegidos comparten la misma materialidad y son complementares, con el objetivo de que no se genere ningún contraste entre zona más verdes y zonas más urbanas y funcionen como elementos identitarios del nuevo Paseo Verde.

JUEGOS Y ZONAS LÚDICAS

El proyecto propone pensar el Paseo Verde, en toda su longitud, como espacio jugable, ofreciendo una amplia y diversa gama de juegos y espacios lúdicos multifuncionales e inclusivos. Con este objetivo, se busca a través de una cuidada y funcional implantación, el intercambio no sólo entre diferentes edades y actividades que estimulen el desarrollo infantil, sino también un intercambio positivo de actividades lúdicas con el mismo espacio público.

Con la intención de diversificar la oferta de juegos y promover su integración, el proyecto propone las siguientes medidas:

- Proponer ámbitos de juegos accesibles, para todas las edades y culturas.
- Diversificar la paleta de juegos con actividades que se organizan en 4 grandes grupos de valor lúdico: experimentar con el sonido, el agua como elemento de juego, desarrollo de la conciencia corporal y desarrollo motor cuerpo/movimiento y actividades específicas para trabajar el cuerpo como el gym urbano, los circuitos, parkour y la calistenia.
- Tener juegos y espacios lúdicos a lo largo de todo el paseo, con diversas intensidades, siempre cerca de zonas de estar y/o zonas más activas como plazas, terrazas y puntos de acceso y/o ejes transversales.
- Disponer juegos de forma que promuevan las relaciones intergeneracionales
- Zonas de juegos integradas al verde, donde se priorizan estructuras de madera y cuerda.
- En el nodo Lourdes y Enlace Boadilla, se propone un espacio de juegos singular que concentra mucha oferta y promueve las fricciones positivas entre públicos diversos. Se incluyen: zonas de escalada lateral, cuerdas, elementos de equilibrio, camas elásticas, juegos de agua, etc.
- Los juegos tipo tubular se ubicarán en ámbitos más urbanos y en cambio en las zonas de jardín y entornos plantados se utilizarán modelos de madera. Se han seleccionados modelos similares a los utilizados actualmente en Madrid Río.
  - Juegos infantiles tipo ROBINA ORGÁNICA y COROCORD de KOMPAN.
  - Fuentes secas y juegos de agua tipo VERTICAL JET de RICHTER SPIELGERATE.

Imágenes de referencia para juegos infantiles de agua y ejemplos de zonas lúdicas en el ámbito de Madrid Río.

CRITERIOS DE DISEÑO DE LOS SECTORES DE JUEGOS INFANTILES

Las **áreas de juego inclusivos** contienen elementos juego para que las personas de **todas las edades, antecedentes culturales y capacidades (tanto físicas, sensitivas, cognitivas y sociales)** participen activamente, a su manera y disfruten juntas de la forma más cómoda, segura y autónoma posible.

Los **espacios de juego inclusivos** son más que los equipos de juego; es todo el conjunto utilizado para considerar tantas necesidades como sea posible, que alientan a todos **(padres, niños y cuidadores)** a quedarse todo el tiempo que elijan, proporcionando **un lugar acogedor** donde se sienten cómodas.

Los criterios de diseño de las áreas de juegos infantiles seguirán lo dispuesto en el texto propuesto por la *Comisión Técnica de Accesibilidad de Urbanismo y Edificación de la Comunidad de Madrid, en sesión celebrada el 3 de diciembre de 2021* cuyo contenido se adjunta en el anejo número 20 del proyecto.

FUENTES DE BEBER

Se proyectan a lo largo del paseo verde 35 unidades de fuentes para beber. Las fuentes cumplirán con la normativa de accesibilidad universal, Orden VIV/561/2010, de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados. Además deberán cumplir los siguientes requisitos técnicos:

- Deben disponer de una llave de corte de agua junto a cada fuente de beber.
- La conexión a la red de agua potable nunca se realizará a las redes de riego o red de bocas de riego. La conexión debe ser directa desde el punto de suministro y contador, sectorizado en todo caso de la red de riego.
- La conexión a la red de alcantarillado se realizará mediante arqueta arenero accesible para la recogida de agua de al menos 62x62x65 cm y tubería de conexión de al menos 315 mm de diámetro.
- La tornillería de las fuentes será del tipo Torx o similares (no habituales en mercado), de tal manera que no sean manipulables.
- En las fuentes se incluirá un recubrimiento con aislante térmico en tuberías interiores de suministro de agua.
- El accionamiento del grifo o pulsador será del tipo temporizador, que corte el suministro de agua transcurridos 15” máximo desde que se deja de accionar.
- Las tapas de las arquetas cumplirán con la clase C-250, excepto las que se ubiquen en zonas de tráfico, en cuyo caso cumplirán con la clase D-400. Las tapas y sus válvulas cumplirán con la normativa UNE EN 124.

Los modelos de fuentes deberán estar normalizados, homologados o singularizados por el Ayuntamiento de Madrid.

Durante la ejecución de las obras si hubiese afección a fuentes de beber existentes, la empresa constructora deberá comunicarlo al correo: gestionagua@madrid.es

4.24 INTEGRACIÓN AMBIENTAL

4.24.1 Introducción

En el Anejo nº 15 se resumen los antecedentes del proyecto desde el punto de vista ambiental y su ámbito de ocupación, que incluye el espacio ocupado en la actualidad por la Autovía A-5, desde la boca del túnel de la Avenida de Portugal, hasta la Avenida de los Poblados.

Se identifican los principales condicionantes al trazado relativos al espacio disponible, la reserva viaria establecida en el planeamiento vigente, las numerosas redes de servicios existentes y las condiciones de movilidad y conexiones transversales que son requeridas.

Se describen las características de la solución propuesta para el soterramiento de la A-5, en base a las previsiones de tráfico al año horizonte, las conexiones viarias entre el túnel de nueva construcción con la resolución del tráfico local en superficie, el sistema de ventilación y salidas emergencia del túnel, soluciones al drenaje y la urbanización en superficie sobre cubierta al objeto de generar un gran Paseo Verde que dé continuidad a la zona sur de la Casa de Campo con Lucero y Aluche y conecte con el entorno de Puerta del Ángel y Madrid Río.

4.24.2 Tramitación del Proyecto en materia de Evaluación Ambiental

El Proyecto “Paseo Verde del Suroeste (Soterramiento de la Antigua A-5-Paseo de Extremadura)”, promovido por la Dirección General de Planificación e Infraestructuras de Movilidad del Ayuntamiento de Madrid, ha sido sometido al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental Simplificada según lo establecido en el artículo 7.2 c) de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Conforme al artículo 46 de la Ley 21/2013, el Área de Evaluación Ambiental de la antigua Dirección General de Sostenibilidad y Cambio Climático de la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad de la Comunidad de Madrid, con fecha 8 de julio de 2020 solicitó informe a las administraciones públicas afectadas y personas interesadas por la realización del proyecto.

Como resultado de dichas consultas el órgano ambiental se recibieron informes procedentes de los siguientes organismos:

- DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES DE LA CAM.
- ÁREA DE CALIDAD ATMOSFÉRICA. DIRECCIÓN GENERAL DE SOSTENIBILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO DE LA CAM.
- ÁREA DE CALIDAD HÍDRICA. SUBDIRECCIÓN GENERAL DE RESIDUOS Y CALIDAD HÍDRICA. DIRECCIÓN GENERAL DE ECONOMÍA CIRCULAR DE LA CAM.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO.
- ÁREA DE INFRAESTRUCTURAS. SUBDIRECCIÓN GENERAL DE RESIDUOS Y CALIDAD HÍDRICA. DIRECCIÓN GENERAL DE ECONOMÍA CIRCULAR DE LA CAM.
- DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD PÚBLICA CONSEJERÍA DE SANIDAD DE LA CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA CAM.
- INSPECCIÓN DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID.
- SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID.
- DEPARTAMENTO DE CONTROL ACÚSTICO DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID.
- ECOLOGISTAS EN ACCIÓN MADRID

Tras el periodo de consultas, el Área de Evaluación Ambiental remitió copia de los informes recibidos al Ayuntamiento de Madrid para que, en el plazo de 3 meses desde la recepción, formulen las alegaciones y aporten cuantos documentos y justificaciones se consideren oportunos.

Con fecha 19 de enero de 2021 la Dirección General de Planificación e Infraestructuras de Movilidad solicitó al Órgano Ambiental la ampliación de plazo para emitir la respuesta a los informes recibidos, con objeto de preparar adecuadamente la documentación solicitada (Informe de Alegaciones, Estudio hidrogeológico preliminar y Estudio de ruido), que, con fecha 25 de marzo de 2021 fue remitida.

Posteriormente, el 10 de agosto de 2021 el Ayuntamiento remite una nueva información adicional al estudio hidrogeológico, como respuesta a lo solicitado por la actual Dirección General de Descarbonización y Transición Energética de la CAM.

En el Anejo se analizan detalladamente los informes de las consultas realizadas, identificando las observaciones formuladas, e indicando la respuesta a lo requerido, con los estudios complementarios al Documento Ambiental que se han realizado, así como las medidas preventivas y correctoras que se asumen y se definen en esta Fase 3 del Proyecto de Construcción.

Con fecha 8 de octubre de 2021 la Dirección General de Descarbonización y Transición Energética de la CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y AGRICULTURA **resuelve**:

"**Que, a los solos efectos ambientales**, con la aplicación de las medidas preventivas y correctoras propuestas por el promotor y las contenidas en el presente Informe de Impacto Ambiental, las cuales prevalecerán frente a las anteriores en caso de discrepancia, y sin perjuicio de la obligatoriedad de cumplir con la normativa aplicable y de contar con las autorizaciones de los distintos órganos competentes en el ejercicio de sus respectivas atribuciones, **no es previsible que el proyecto "Paseo Verde del Suroeste (Soterramiento de la Antigua A-5_Paseo de Extremadura"**, promovido por DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN E INFRAESTRUCTURAS DE MOVILIDAD DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, **tenga efectos ambientales significativos sobre el medio ambiente, no considerándose por tanto necesario que sea sometido al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinaria** previsto en la Sección 1.ª del Capítulo II del Título II de la Ley 21/2013, **siempre que se cumplan las condiciones que establece**"

Las condiciones establecidas en el citado Informe de Impacto Ambiental (IIA) se incorporan al Proyecto de Construcción, tal y como se indica en el Anejo de Integración Ambiental.

4.24.3 Inventario ambiental

Se analizan las variables del medio físico del ámbito de actuación, definiendo sus características climáticas en base a los datos recogidos en la estación meteorológica de Cuatro Vientos, así como las relaciones clima-vegetación, que determinan un índice de aridez "Semiárido de tipo mediterráneo", índice termopluviométrico típico de una zona árida e índice de pluviosidad correspondiente a un clima árido.

El índice de calidad del aire en el periodo considerado (marzo 2020 febrero 2021) para la estación urbana de Farolillo, perteneciente al Sistema de Vigilancia del Sistema Integral de la Calidad del Aire del Ayuntamiento, puede considerarse como "Bueno".

Para valorar la calidad acústica en la fase actual se ha analizado la Delimitación de Áreas Acústicas de la Ciudad de Madrid y sus correspondientes objetivos de calidad acústica (OCA), que la Junta de Gobierno de la Ciudad de Madrid aprobó en su reunión de 29 de noviembre de 2018.

En el distrito de Latina, los tipos de Áreas Acústicas definidas en la zona del proyecto son predominante las Áreas Urbanizadas Existentes (tipo de área acústica a) con predominio de uso residencial) y sectores del territorio con predominio de uso terciario (tipo de área acústica d)). Antes del inicio del tramo aparecen algunas Áreas Urbanizadas y Nuevos Desarrollos que corresponden a la futura Operación Campamento.

Los objetivos de calidad acústica considerados en el Proyecto son los siguientes:

TIPO DE ÁREA ACÚSTICA		*OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA*					
		Áreas urbanizadas existente			*Áreas urbanizadas y Nuevos Desarrollos*		
		L_d	L_e	L_n	L_d	L_e	L_n
a)	*Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial*	*65*	*65*	*55*	*60*	*60*	*50*
b)	*Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial*	*75*	*75*	*65*	*70*	*70*	*60*
c)	*Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos*	*73*	*73*	*63*	*68*	*68*	*58*
d)	*Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c)*	*70*	*70*	*65*	*65*	*65*	*60*
e)	*Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica*	*60*	*60*	*50*	*55*	*55*	*45*
f)	*Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen*	*	*	*	*	*	*

Objetivos de calidad acústica considerados en el proyecto

Para establecer los niveles de ruido que se registran en la situación actual en los distintos receptores inventariados, previo al soterramiento de la A-5, se ha tenido en cuenta el Mapa Estratégico de Ruido de la aglomeración de Madrid de 2016.

Los resultados indican que en 228 receptores de los 259 identificados en las márgenes de la A-5 se rebasan actualmente los OCA, y de ellos, los que se sitúan a una distancia inferior a los 40 m del eje central

de la calzada presentan rebase de los OCA con valores comprendidos entre los 10 dBA y 19 dBA durante el día, la tarde o la noche, incluso en más de uno de los periodos analizados. Estos edificios se concentran fundamentalmente en la calzada de salida de Madrid hacia Extremadura, entre la salida del túnel actual en la Avda. de Portugal hasta el enlace de Los Yébenes, y desde este enlace hasta el cruce con la Avda. de Los Poblados.

Rebases inferiores a los 10 dBA se registran en edificaciones situadas en la calzada sur de entrada a Madrid.

En los receptores de uso sanitario, docente y cultural de la zona, como son la Biblioteca Pública Ángel González, el Colegio Lourdes FUHEM, el Centro de Acogida e Integración Social Santiago Masarnau, la Parroquia de Nuestra Señora del Rosario, el Centro Cultural El Greco, el IES Escuela de La Vid, la Residencia Montehermoso, el Colegio Divino Maestro, el Centro de Salud Maqueda, el Colegio San Buenaventura y el CEIP Hermanos Pinzón, se registran, según el MER 2016, rebases sobre los OCA comprendidos entre los 12 y 20 dBA durante el día o la tarde.

Desde el punto de vista geológico, la zona de estudio se ubica en los materiales de la Facies Madrid, constituidos por “arenas de miga”, “arenas tosquizas”, “toscos arenosos” y “toscos”, y podría llegar a afectar a materiales de la facies intermedia, denominados “peñuelas”, así como a la denominada transición tosco-peñuela. Atendiendo a la hidrogeología, se enmarca en las formaciones porosas normalmente consolidadas, y en concreto en los materiales de la facies detrítica del Mioceno, aunque estas formaciones están constituidas también por materiales cuaternarios.

El conjunto constituye un sistema acuífero fuertemente heterogéneo y anisótropo denominado Terciario Detrítico de Madrid-Toledo-Cáceres. Corresponde a la Masa de agua subterránea MASb 031.011 Madrid: Guadarrama-Manzanares, ubicada entre las cotas 550 y 854 m.s.n.m., con una cota media de 658 m.s.n.m.

El agua subterránea se encuentra en dos niveles diferentes: uno profundo, que puede estar confinado y que no se vería afectado por el trazado, y otro más superficial, libre y sin continuidad, que constituiría niveles de agua colgados, y que estarían asociados a las precipitaciones y riegos existentes en la zona. Se estima que el trazado no afecte en ningún caso al nivel freático profundo, pudiendo interceptar únicamente a niveles superficiales colgados de agua.

El proyecto se ubica dentro de la cuenca natural del Arroyo de los Meaques, perteneciente a la Cuenca del Tajo. El ámbito de actuación se encuentra incluido en una Zona Sensible Asociada a Zona de Captación, declarado por la Resolución de 6 de febrero de 2019, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se declaran zonas sensibles en las cuencas intercomunitarias, publicada en el BOE el miércoles 20 de febrero de 2019, con número 44.

La citada Resolución identifica para cada una de las zonas sensibles, sus áreas de captación y las aglomeraciones urbanas que vierten en las mismas que cuentan en la actualidad con una carga superior a los 10.000 habitantes equivalentes. En concreto, la citada zona de captación corresponde a una masa de agua en la que conviene prever la eliminación de fósforo.

Se ha llevado a cabo la inspección voluntaria “Caracterización Analítica Exploratoria del Subsuelo”. Para la caracterización analítica y con la finalidad de determinar la calidad de los suelos se han realizado 18 sondeos (coincidentes con los sondeo geotécnicos), con profundidades variables (entre 15 y 37 metros) con recuperación continua de testigo, aunque para caracterizar los suelos desde el punto de vista de su potencial afección química, únicamente se ha realizado una testificación ambiental de los primeros 10 metros, con la excepción del sondeo S11 (junto a E.S. Repsol) donde se ha supervisado medioambientalmente hasta una profundidad de 15,50 m.

Durante la realización de las perforaciones se tomaron un total de 38 muestras de suelo, dos por cada punto de muestreo, excepto en los sondeos S2 y S11 (próximos a las dos estaciones de servicio) donde se tomaron tres, más un blanco de viaje para el control de calidad. El blanco se ha tomado en el mismo ambiente y se ha guardado en la misma nevera del resto de muestras.

Adicionalmente se han tomado 6 muestras de suelo para su caracterización como residuo: S2 (junto a E.S. Cepsa), S4, S7, S8, S11 (junto a E.S. Repsol) y S15 (próximo a la unidad de suministro).

Para valorar la calidad de las aguas subterráneas se han tomado un total de 16 muestras de agua subterránea (de S3 a S18, ya que S1 y S2 se encontraban secos o llenos de barro).

El barrido analítico realizado sobre las muestras de suelo y agua subterránea incluye los siguientes grupos de compuestos: hidrocarburos totales del petróleo (TPH) con fraccionamiento de cadenas alifáticas y aromáticas (en algunas muestras), hidrocarburos monoaromáticos (BTEX), Hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH´s), metales pesados y compuestos orgánicos volátiles (COV´s).

Las concentraciones obtenidas en mayoría de las muestras de suelo analizadas se encuentran por debajo los niveles genéricos de referencia establecidos para un uso de suelo urbano (R.D. 9/2005, de 14 de enero), excepto en las siguientes muestras que se han detectado afecciones puntuales de hidrocarburos (TPH) con un valor máximo de 1.200 mg/Kg en S14 entre 5,1 y 5,2 metros de profundidad, y son lo suficientemente bajas como para no representar un riesgo para la salud de las personas.

Las concentraciones obtenidas en mayoría de las muestras de agua subterránea analizadas se encuentran por debajo los niveles de intervención de la normativa holandesa, aunque se han detectado afecciones en los sondeos S-4, S-7 y S-14 con concentraciones de TPH de entre 600 y 2.100 µg/l y de tetracloroetileno (38 µg/l) en S-4.

Del análisis para la clasificación de los suelos como residuos, todas las muestras han podido clasificarse como residuos inertes, salvo la muestra del sondeo S7 en la que se ha superado el valor límite de admisión de los suelos como residuo inerte por la concentración de Sulfato (1.300 mg/kg), por lo que estos deberían gestionarse como residuos no peligrosos.

Se ha realizado el análisis cuantitativo de riesgos (ACR) de la afección detectada en los suelos y aguas subterráneas, obteniéndose que tanto el índice de riesgo tóxico como el mayor riesgo carcinogénico calculado se encuentran por debajo al máximo admisible por legislación para uso urbano.

Con respecto al medio biológico, cabe indicar que la vegetación existente en la actualidad en el ámbito de estudio es muy diferente a la vegetación potencial de la zona. Es un área urbana donde predominan los usos residenciales y las infraestructuras, por tanto, la vegetación potencial ha sido sustituida por la vegetación ruderal, típica de suelos alterados y nitrificados, muchas veces asociados a parcelas sin urbanizar, bordes de caminos o carreteras.

Las manchas de vegetación más importantes se corresponden con las masas arboladas de la Casa de Campo y del Parque de la Cuña Verde de la Latina, que no serán afectadas por el Proyecto.

Sí se ha identificado un total de 1.056 ejemplares vivos del arbolado viario que serán afectados por las actuaciones previstas.

El Proyecto no afecta ningún Hábitat de Interés Comunitario y desde el punto de vista de la fauna, la mayoría de las especies presentes son aquellas adaptadas a entornos urbanos. No se afecta directamente a las especies que ocupan el biotopo de mayor relevancia que constituyen los pinares de la Casa de Campo.

Tampoco existen afecciones a Montes Preservados ni afecciones directas o indirectas a espacio de la Red Natura 2000, siendo el más próximo, situado a más de 10 km al oeste del inicio del tramo de la A-5, la Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) de código ES0000139 “Estepas cerealistas de los ríos Jarama y Henares”, cuya delimitación coincide con la Zona de Especial Conservación (ZEC) de código ES3110001 “Cuencas de los ríos Jarama y Henares” y con el “Parque Regional del Curso Medio del río Guadarrama y su entorno”.

Con respecto al Patrimonio Cultural, cabe indicar que, de acuerdo con la Hoja Informativa emitida por la Dirección General de Patrimonio Histórico, (Exp. RES/0492/2021), se ha realizado el análisis y recogida de muestras geo-arqueológicas y paleontológicas (macro/microfauna) de los testigos resultantes de los sondeos geotécnicos asociados a la realización de las obras (18 sondeos), para identificar restos arqueológicos y niveles o facies favorables para conservar registros paleontológicos, con resultados negativos por lo que se refiere a la presencia de yacimiento paleontológico.

El proyecto discurre por el extremo meridional de la zona delimitada como Bien de Interés Cultural de la Casa de Campo y en todos los casos se trata de la adecuación de la obra a enlaces preexistentes, actuando sobre viales existentes ya construidos, sin generar desarrollos ni ocupaciones distintas a las actuales.

El Proyecto no afectará a la Cañada Real de Madrid, a la Vereda del Camino de la Carrera ni al Descansadero Arroyo Meaques.

Desde el punto de vista paisajístico, el ámbito de estudio se localiza en la Unidad 92 “Urbano”. Es un paisaje considerado como “muy cotidiano” y con una calidad muy baja en la valoración paisajística de las cuencas visuales. Además, se caracteriza por un bajo nivel de fragilidad paisajística, lo que le permite disponer de una alta capacidad de absorción frente a las nuevas actuaciones. La urbanización sobre cubierta contribuirá a mejorar la calidad visual de la unidad.

4.24.4 Propuesta de medidas preventivas y correctoras

Se ha llevado a cabo una clasificación territorial a efecto de ubicar los elementos auxiliares de la obra, como son las instalaciones auxiliares de obras, diferenciando las zonas excluidas, de las restringidas y de las admisibles, que son las que constituyen el territorio con menores méritos de conservación.

Se han definido 3 emplazamientos para situar las instalaciones auxiliares de obra, las zonas de acopio de materiales y el vivero temporal de obra para los árboles a trasplantar. Se localizan en los terrenos no edificados del entorno del cruce con la Avd. de Los Poblados, en el lado sur de las rampas del túnel, en el sentido entrada a Madrid, a la altura de la Colonia Militar de Campamento, y en el entorno de la subestación eléctrica, en zonas clasificada como Zona Admisible.

Dada la ubicación urbana de las actuaciones proyectadas, todos los accesos se realizarán desde las calles y carreteras existentes sin necesidad de proceder a la apertura de nuevos caminos de acceso a obra.

Todas las tierras excedentarias del trazado como resultado de las excavaciones entre pantallas y que no estén contaminadas, se depositarán en explotaciones que tienen aprobado el plan de restauración y que son deficitarias de material, por lo que admiten excedentes externos de materiales de excavación no contaminados. Se indica la relación de explotaciones de la Comunidad de Madrid que tienen aprobado en el plan de restauración el vertido de tierras excedentes de excavación no contaminadas de procedencia externa, con datos actualizados 15/07/2020.

Las necesidades de materiales en la traza serán mínimas, pero los materiales que se necesiten en principio se prevé que procedan de las canteras de caliza de la zona de Arganda – Campo Real (Valdilecha y Arganda) o de las canteras graníticas inventariadas que se localizan en el Sistema Central (Soto del Real, Colmenar Viejo y Navalagamella), todas ellas canteras en explotación y con planes de restauración aprobados.

Se definen las medidas para la protección y conservación de los suelos y la vegetación: delimitación del perímetro de obra con cerramiento rígido y recuperación de la capa superior de tierra vegetal excavada, aunque será puntual y mínima e insuficiente para su utilización en las zonas ajardinadas sobre la cubierta.

Para la gestión del material contaminado excavado, se definen las medidas a adoptar. Una vez excavados los suelos en el entorno de los sondeos S-7, S-9 y S-14, estos deberán ser correctamente clasificados como residuos por parte de una Entidad de Inspección acreditada en residuos, quien certificará la clasificación de los suelos excavados como residuos para confirmar si deberán ser gestionados en vertedero de inertes o como residuos no peligrosos, según RD 646/2020. Se ha estimado un volumen de unos 20.943,00 m^3 de suelos que deberán ser correctamente clasificados como residuos por parte de una Entidad de Inspección acreditada.

No es previsible que durante el proceso de excavación del túnel sea necesario bombear las aguas subterráneas en las zonas próximas a los piezómetros S-4 y S-7, puesto que el nivel de aguas en estos sondeos (611 m y 616 m respectivamente) se sitúa a mayor profundidad que la cota de rasante del túnel en estas secciones (619 m y 633 m respectivamente). Ni tampoco, en la sección del sondeo S-14, donde el nivel agua se sitúa a menor profundidad (cota 655 m) que la rasante del túnel (650 m), ya que, según se observa en el perfil geológico-geotécnico del Apéndice nº 3, el nivel de agua se localiza en la unidad geológico-geotécnica de Tosco, de menor permeabilidad, por tanto, puede deducirse que podría tratarse de niveles de agua colgado de escasa entidad.

Tampoco es previsible el afloramiento de agua por la excavación de las pantallas pilotes del túnel, cuya profundidad no irá más allá de los niveles de agua detectados.

En cualquier caso, lo previsible es que aparezcan tierras con más o menos grado de humedad, que serán tratadas con los mismos criterios que el resto de las tierras excavadas que requieren clasificación previa para su depósito a vertedero.

Se definen las medidas para prevenir la afección al arbolado durante la fase de construcción, mediante el cercado de los pies arbóreos situados en el perímetro de obra.

Se han previsto las actuaciones que se deberán llevar a cabo para los 1.056 árboles afectados por las actuaciones proyectadas, teniendo en cuenta lo establecido en la legislación vigente (Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente y Ley 8/2005, de 26 de diciembre, de Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid), que son:

- Trasplante: 330 ejemplares, de los cuales 308 son frondosas y 22 coníferas.
- Tala: 674 ejemplares, 486 frondosa y 188 coníferas, con una altura media de 7,26 m, que se compensarán por la tala con 6.956 ejemplares de coníferas de 1,75-2,00 m de altura y con 23.814 ejemplares de frondosas de 14-16 cm de circunferencia, los cuales se entregarán en los Viveros Municipales.

Cabe indicar que en 52 de los registros inventariados se ha indicado que no se requiere ninguna actuación, ya que se trata de posiciones inventariadas como “tocón” o ejemplares que durante el trabajo de campo se ha detectado que han sido ya talados.

Las actuaciones propuestas sobre el trasplante/tala del arbolado afectado han sido coordinadas y acordadas con la Dirección General de Gestión del Agua y Zonas Verdes del Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad (Servicio de Conservación de Zonas Verdes).

Se indican las medidas necesarias para la protección de la calidad de las aguas y del sistema hidrológico, relativas a las soluciones de drenaje del túnel y los viales en superficie de la urbanización sobre cubierta, a la protección de las aguas subterráneas frente a las excavaciones con el seguimiento cualitativo y cuantitativo de los piezómetros instalados, al diseño del parque de maquinaria y zona de instalaciones auxiliares, a la instalación de puntos de limpieza de canaletas de hormigón y a la gestión de las aguas sanitarias.

Se redacta el Anejo nº 18 “Estudio de Gestión de Residuos” en cumplimiento de lo establecido en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE núm. 38, de 13 de febrero de 2008).

Dado el carácter urbano de las actuaciones, no existen hábitats naturales ni especies faunísticas protegidas o de especial interés conservativo en el entorno de las actuaciones. Por lo tanto, no se proponen medidas protectoras específicas, distintas a la protección del perímetro de obras, control de emisiones de polvo y partículas durante las obras o las relativas a las pantallas acústicas temporales de obra y las limitaciones de los trabajos en horario nocturno para evitar la afección a la avifauna.

Además, entre las actuaciones a desarrollar en la urbanización de la cubierta y la creación de nuevas zonas verdes y arbolado viario a implantar, se da prioridad a la creación de corredores ecológicos en aquellos tramos más próximos a la Casa de Campo y el Parque de la Cuña Verde, aumentando la diversidad específica del arbolado.

El proyecto de soterramiento de la A-5 no se encuentra incluido como tal dentro del Catálogo de Actividades Potencialmente Contaminadoras de la Atmósfera (CAPCA), recogido en el Anexo del Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.

La excavación de las tierras del túnel no se clasifica, de acuerdo con el CAPCA, como actividad asimilable a actividades primarias de minería no energética que conlleven la extracción o tratamiento de productos minerales (Grupo B y código 04 06 16 01 del CAPCA). Una parte de los excedentes de excavación constituidos por tierras y piedras no contaminadas serán reutilizados, sin transformación previa, en la misma obra, y las tierras y piedras excedente de excavación restante, se depositarán en explotaciones de

la Comunidad de Madrid que tienen aprobado en el plan de restauración el vertido de tierras excedentes de excavación no contaminadas de procedencia externa.

No se requerirá la instalación de plantas de hormigonado durante la obra.

Sí será necesario la instalación de varios grupos electrógenos temporales en los distintos frentes de obra (motores de combustión interna del CAPCA) que en todo caso la suma de potencia térmica nominal será < 1 MWt (sin grupo asignado, código 03 01 05 04), por lo que se entiende que no sería necesario autorización administrativa o notificación, según la Ley 34/2007, de 15 de noviembre y el Real Decreto 100/2011, de 28 de enero.

Para el funcionamiento del túnel será necesario establecer un grupo electrógeno de emergencia en el pozo Nº2 (aprox. P.K. 2+350), para el que se estima una potencia eléctrica máxima de 400 KVA (motores de combustión interna del CAPCA), cuya potencia térmica nominal será < 1 MWt (sin grupo asignado, código 03 01 05 04), por lo que en este caso tampoco sería necesario autorización administrativa o notificación, según la Ley 34/2007, de 15 de noviembre y el Real Decreto 100/2011, de 28 de enero.

Se establecen las medidas de protección de la contaminación atmosférica para la fase de construcción con la instalación de 13.886 m^2 de pantallas o cortinas cortavientos en distintos tramos del trazado del tronco y en los ramales de los enlaces, que evitarán que las emisiones de polvo y partículas lleguen a las edificaciones más próximas, así como las medidas de control de los gases de combustión procedentes de la maquinaria y los vehículos utilizados para la ejecución de los trabajos.

Se ha calculado la huella de carbono con la herramienta CO2TA, comparando la situación actual (todo el tráfico viario discurre por el tronco de la A-5 en superficie) y la situación futura (el tráfico discurre de forma mayoritaria por el tronco de la A-5 (túnel) y existen movimientos de proximidad que discurrirá por los viales en superficie sobre cubierta), y se comprueba que con el soterramiento de la A-5 disminuye notablemente el total de emisiones de CO_2, presentando un valor de 56.256 t de CO_2, significativamente inferior a los 377.318,6 t de CO_2 que corresponden al total de emisiones que hay en la situación actual.

También se describen cuáles serán las medidas a adoptar durante la fase de explotación en relación a la compensación de las emisiones debidas al tráfico y la sostenibilidad energética de la infraestructura de forma global, con el objetivo de lograr que el balance energético de la infraestructura sea 0, lo que supone que el consumo energético anual asociado a la infraestructura se pueda compensar, en su totalidad, por la energía geotérmica producida por las cimentaciones termoactivas (pilotes y pantallas) y la instalación de pérgolas fotovoltaicas en distintas zonas del Paseo Verde que se creará sobre la cubierta.

El sistema de ventilación del túnel contará con estaciones de filtrado mediante precipitación electrostática (ESP) para la retención de partículas, completándolo con un filtro de carbón activo para reducir al máximo los gases contaminantes como el dióxido de nitrógeno.

Tras el estudio de ruidos realizado, se proponen distintas medidas preventivas y correctoras, al objeto de evitar o, al menos, minimizar las afecciones por ruido que se generarán en la fase de obras, como son las pantallas acústicas temporales de obra a instalar en distintos tramos de las calzadas norte y sur de la A-5, y en los tramos por donde tendrá lugar el mayor tránsito de los camiones que sacarán las tierras sobrantes de excavación, en 6.943 m lineales de 2 m de altura.

Además, se establecen las medidas generales para el control de la maquinaria de obra, las limitaciones temporales de obra, el transporte de tierras de excavación y las obligaciones del Contratista.

Con respecto a la fase de explotación, las conclusiones del estudio de ruidos determinan que una vez construido el túnel y ejecutada la urbanización sobre la cubierta, se observa una muy significativa mejora en los niveles de ruido frente a la situación actual (MER 2016).

Con el soterramiento de la A-5 se consigue reducir los niveles de ruido en todos los receptores de forma muy importante y en muchos de ellos en valores superiores a los 20 dBA, sobre todos en los que se sitúan actualmente más próximos a la carretera.

El sistema de ventilación del túnel no va a generar ninguna afección por ruido en las edificaciones del entorno y de los de los 240 receptores afectados actualmente con rebases de OCA, solo en 13 de ellos, a pesar de que se obtienen importantes mejoras frente a la situación actual, existirán mínimos rebases por encima de los OCA en la situación futura, como son 4 centros docentes y culturales durante la noche, que es cuando no tiene lugar ninguna actividad, 4 edificios abandonados, 3 edificios residenciales en uso en las proximidades de la Avd. de Los Poblados y 2 edificios de la residencia de mayores y centro de día “Residencia Montehermoso”.

Por tanto, para minimizar las afecciones por ruido durante la fase de explotación se ha propuesto el revestimiento con material altamente fonoabsorbente de los muros de las rampas y en 70 m hacia el interior del túnel, en las bóvedas y hastiales de los tubos de entrada y salida de la A-5, la instalación de un pavimento altamente poroso en enlaces y viales en superficie sobre cubierta, y la instalación de una pantalla acústica en el borde del ramal de acceso al túnel desde la calle Doctor Blanco Nájera, de 2 m de altura y tipo mixta (hormigón en la base y metacrilato) al objeto de garantizar los valores admisibles de 50 dBA establecidos en la zonificación acústica aprobada en Junta de Gobierno del Ayuntamiento de Madrid el 29 de noviembre de 2018.

Para la protección del Patrimonio Cultural se propone el control arqueológico y paleontológico de todos los movimientos de tierra necesarios para la ejecución del proyecto, desde la cota 0 hasta alcanzar la cota de obra, que será efectuado por un arqueólogo y un paleontólogo a pie de obra.

Se prevé la reposición de todos los servicios afectados por las actuaciones, asegurando, al menos, el nivel de permeabilidad transversal actual, así como el mantenimiento de los servicios existentes afectados (redes de saneamiento, abastecimiento, alumbrado, etc.). La solución técnica final relativa a la reposición

se realizará en coordinación con los titulares de todos los servicios que se afecten, trasladando sus recomendaciones y necesidades.

Las medidas para la restauración y recuperación de todos los espacios afectados por las obras se definen en el proyecto de urbanización sobre cubierta.

Se indica que, para evitar el impacto colateral durante la ejecución de las obras, ocasionado por la proliferación y dispersión al entorno residencial de plagas urbanas (principalmente roedores y artrópodos) durante los movimientos de tierra y canalizaciones, el Contratista en obra implementará el Plan de Gestión de Vectores que englobe procedimientos de actuación basados en la normativa y en los principios de Gestión Integrada de Plagas.

Finalmente, se define el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), indicando sus objetivos, la responsabilidad del seguimiento, su contenido y desarrollo en la fase de obra y en la fase de explotación y el contenido de los informes técnicos a emitir.

4.25 COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS EXISTENTES

4.25.1 Introducción

En el Anejo Nº16 se recoge un inventario de los servicios que pueden verse afectados tanto por las actuaciones proyectadas directamente por la ejecución de las obras de soterramiento del Paseo de Extremadura, como las afecciones que pudieran generarse por actuaciones provisionales en el ámbito de la actuación.

También se incluye en este Anejo los contactos y consultas efectuadas de los diferentes organismos / compañías titulares de estos servicios efectuadas por el Consultor y por la Dirección del Proyecto.

Los trabajos efectuados se concretan en los siguientes:

- Análisis de la documentación existente, con objeto de determinar en qué medida los servicios existentes condicionan el desarrollo del Proyecto, tanto en el diseño del mismo como en su planificación / fases de ejecución.
- Identificación de todos los servicios existentes en la zona de actuación y tramos anexos que pudieran tener influencia en el mismo.
- Realización de un inventario completo de los elementos de la carretera existentes en el ámbito de la actuación y tramos anexos que pudiesen tener influencia en el mismo.
- Confirmación que se ha completado y precisado la información disponible, manteniendo al efecto contactos con los organismos pertinentes. En relación a lo comentado, hay que indicar que se dispone de la información precisa para el estudio de condicionantes y desarrollo del Proyecto, la cual se adjunta en este Anejo, habiendo iniciado el contacto particularizado con cada una de las compañías tanto para la solicitud de datos complementarios como para consensuar las soluciones de reposición del Proyecto de Construcción. Para ello, durante el mes de Septiembre de 2020 se han remitido Separatas/Doc. de síntesis de las soluciones de reposición propuestas, para el estudio/análisis por parte de los Organismos/Compañías propietarias de los diferentes servicios
- Realización de la campaña de toma de datos topográfica, de cara a la redacción de las propuestas/proyectos de reposición.
- Además de los contactos mantenidos con las compañías de servicios, se han realizado visitas de campo para su reconocimiento y toma de datos. Los trabajos de toma de datos se han extendido durante todo el desarrollo de redacción del Proyecto.

4.25.2 Organismos, Administraciones y Entidades Públicas o Privadas Consultadas

Para la redacción del Proyecto, se ha procedido en primera instancia a la recopilación de los servicios existentes de Compañías mediante la plataforma de gestión de servicios Inkolan. Además, se ha recopilado la información facilitada por la Dirección del Proyecto de servicios existentes pertenecientes al propio Ayuntamiento de Madrid y de otros de Organismos como del Canal de Isabel II y Metro de Madrid.

En la página siguiente, se presenta una tabla resumen en la que se incluye la información relativa a cada uno de los Organismos contactados.

ORGANISMO / COMPAÑÍA		DIRECCIÓN	TELÉFONO	PERSONA DE CONTACTO	e-MAIL	FECHA SOLICITUD	DOC / INF SOLICITADA	FECHA RESPUESTA	DOC / INF RECIBIDA
MINISTERIO DE TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y DESARROLLO SOSTENIBLE	AEMET Unidad de Información Meteorológica	C/ Leonardo Prieto Castro 8 Madrid	91.5819702	Sonia Ripado Martínez	sripadom@aemet.es	26/11/2020	Se envía email solicitando datos pluviométricos y termométricos de las estaciones próximas a las actuaciones	15/12/2020	Se recibe tras el pago de las tasas correspondientes la documentación solicitada
MINISTERIO DE DEFENSA	SECRETARIA DE ESTADO DE LA DEFENSA Centro de Sistemas y Tecnología de la Información y de las Comunicaciones	Avda. Arturo Soria, 289 28033 Madrid	638.382475	Mariano Sánchez García		14/o6/2021	Se envía escrito certificado solicitando información sobre la red de comunicaciones que pudiera verse afectada por las actuaciones proyectadas.		
	Regimiento de Transmisiones Nº 22	Avda. Radio Televisión, 6 28223 Pozuelo de Alarcón (Madrid)				14/06/2021	Se envía escrito certificado solicitando información sobre la red de comunicaciones que pudiera verse afectada por las actuaciones proyectadas.		
	M. Defensa _ INVIED	Paseo de La Castellana, 109 Madrid		Tcol. Jose Ramón Rdguez.	jrodcana@et.mde.es	02-03/08/2021	Se atiende solicitud información solicitada.		
	M. Defensa		91.6020836	María López	mlobram@oc.mde.es	21/08/2021	Se remite información solicitada.		
AYUNTAMIENTO DE MADRID	Dpto. Alcantarillado	C/ Montalban, 1 28014 - Madrid	91.4800051	Hermilo Peñas Rica (Área Guadarrama)	dptoalcantarillado@madrid.es hvprica@canal.madrid	Octubre - 2020	Se solicita por Dirección del Proyecto planos de red.	14/10/2020	Se recibe de la Dirección de Proyecto, planos pdf de la red de alcantarillado/saneamiento en el ámbito.
						06/08/2021	Se remite separata reposición red de saneamiento		
	Dpto. Alumbrado público e instalaciones especiales	C/Barco, 20-22 28004 Madrid	91.5880283	María Eugenia Martínez Donaire		Octubre - 2020	Se solicita por Dirección del Proyecto planos de red.	18/01/2021	Se recibe de la Dirección de Proyecto, escrito del Dpto. y planos dwg. de la red de alumbrado e instalaciones especiales. No se facilita documentación de la Galería de Servicios.
	Galería de Servicio					Octubre - 2020	Se solicita por Dirección del Proyecto planos de red.	22/12/2020	Se mantiene reunión con técnicos del Ayto. donde se informa a la existencia de la Galería y servicios existentes en su interior. Se solicita acceso a la galería para realizar levantamiento topográfico en enero de 2021.
METRO DE MADRID	Servicio de Infraestructuras y Estaciones	C/ Néctar, 44 28022 Madrid		Carlos Zorita Pérez	afeccionesexteriores@metromadrid.es	Octubre - 2020	Se solicita por Dirección del Proyecto planos de red.	20/10/2020	Se recibe respuesta adjuntando Planos formato pdf.
						20/05/2021	Se remite documento con estudios a realizar desde el interior de los túneles de Metro en líneas 5 y 6.	28/05/2021	Se recibe e-mail de Afecciones exteriores de Metro, solicitando información complementaria al documento enviado
						04/06/2021	Se remite a Metro documento revisado según solicitud Metro.	10/06/2021	Se recibe e-mail de Metro, con acuse de recibo del documento.
						15/07/2021	Se solicita por Dirección del Proyecto reunión presentación proyecto y afecciones a Metro de Madrid	16/07/2021	Se mantiene reunión con técnicos afecciones de Metro de Madrid.
						20/07/2021	Se remite a Metro de Madrid la presentación afecciones y se solicita confirmación permisos de acceso para toma de datos.	27/07/2021	Se recibe acuse de recibo de la documentación facilitada.
						27/07/2021	Se remite e-mail con reportaje fotográfico instalaciones existentes en Línea 5.	24/08/2021	Se recibe respuesta, adjuntando Planos por parte del Servicio de Ingeniería de Mantenimiento de Instalaciones de Metro de Madrid.
CANAL DE ISABEL II	Área de cartografía	C/Santa Engracia, 125 28003 Madrid			cartografia@canal.madrid	Octubre - 2020	Se solicita por Esteyco, planos de red a través plataforma Inkolan	Octubre - 2020	Se descarga de la plataforma Planos y Especificaciones Técnicas.
						07/09/2021	Se solicita información sobre profundidad a la que discurren algunas conducciones red de abastecimiento		

ORGANISMO / COMPAÑÍA		DIRECCIÓN	TELÉFONO	PERSONA DE CONTACTO	e-MAIL	FECHA SOLICITUD	DOC / INF SOLICITADA	FECHA RESPUESTA	DOC / INF RECIBIDA
	Área de Proyectos de Abastecimiento	C/José Abascal 9 28036 Madrid	669.920472	Guadalupe Oñate Lorente	golorente@canal.madrid			04/12/2020	Se recibe de la Dirección de Proyecto, planos pdf sobre el proyecto de renovación de la arteria elevadora de Retamares-Batán en la galería del Paseo de Extremadura.
						Diciembre - 2020	Se solicita por Director del Proyecto planos formato dwg y mayor información sobre el Proyecto.	04/12/2020	Se reciben Planos en abierto del Proyecto de la Renovación Galería Retamares -Batán y levantamiento topográfico que se realizó para el proyecto
	Área Explotación Guadarrama - CYII	Cantón Casa de Campo		Hermilio Peñas Rica Jefe Área Conserv. Sma. Guadarrama	hvprica@canal.madrid	06/10/2021	Se remite separata con la propuesta de reposición de las conducciones del CYII.		
						16/12/2021	Reunión mantenida exposición reposiciones propuestas y métodos constructivos.		
DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO		C/Josefa Valcárcel, 44 28071 - Madrid	91.23018280	Ana Isabel Blanco Bergareche Subdirección adjunta de circulación	sgmovilidad@dgt.es	16/Marzo/21	Se remite escrito y plano con ámbito de actuación a la DGT y se solicita información sobre canalizaciones e instalaciones afectadas	21/Abril/21	Se reciben Planos de la red de la DGT
						28/09/2021	Se remite separata con la propuesta de reposición, en la que se describe el desmontaje de las instalaciones y el tendido de 32 FO por el interior del nuevo túnel a conectar con la red existente.	16/12/2021	Se recibe escrito vía e-mail con observaciones a la propuesta de reposición.
						22/12/2021	Se remite a la Dirección de Proyecto, nueva propuesta de reposición donde se propone mantener la CTV existente en las proximidades de la Avda. de Los Poblados.		
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA		Paseo Conde de los Gaitanes, 177 28109 - Alcobendas	628.031727	Gustavo Hdez. Huerta Demarcación Tajo	guhernandez@ree.es	16/03/2021	Se remite escrito y plano con ámbito de actuación a REE a través de su portal web; se solicita información sobre canalizaciones e instalaciones afectadas	16/03/2021	Se recibe e-mail con justificante entrada solicitud con nº de referencia PELI-L-21-12083
						08/04/2021	Se remite e-mail solicitando reunión estudio de afecciones en la SET Ventas Batán y Ventas Alcorcón, con técnicos REE e Iberdrola	09/04/2021	Se recibe e-mail confirmando reunión en SET para el 13 Abril
								25/05/2021	Se recibe vía e-mail documentación REE
						27/09/2021	Se remite via e-mail separata reposición servicios.	11/10/2021	Se recibe e-mail con comentarios a la Separata y solicitu de reunión que se mantiene el día 21/10/2021
			686278243	Fco, Javier Sánchez Díax	Franciscoj.sanchez@ree.es	21/20/2021	Se mantiene reunión y se analizan soluciones de reposición.	25/10/2021	Se recibe e-mail con comentarios a tener en cuenta en la nueva propuesta de reposición a proyectar..
ONO/VODAFONE		Avda. América, 115 28042 Madrid		José María Plaza Dpto. Infraestructuras Ignacio Espinosa Jose Esteban Pardo	jose-maria.plaza@vodafone.com serviciosafectados@ono.es servicios.afectados.mad-clm@vodafone.com ignacio.espinosa@elecnor.es jose-esteban.pardo@vodafone.com	18/06/2021	Se remite escrito y plano con ámbito de actuación a la compañía y se solicita información sobre canalizaciones e instalaciones afectadas		
						28/06/2021	Se comunica a la plataforma Vodafone, incidencia acceso a la misma para la descarga de servicios.	08/09/2021	Se reciben planos pdf de la red.
						06/09/2021	Se comunica a la plataforma Vodafone, incidencia acceso a la misma para la descarga de servicios.		
						23/09/2021	Se remite separata de reposición compañía		
INKOLAN – PLATAFORMA GESTIÓN SERVICIOS						Oct 20/Ene 21	A través de la plataforma Inkolan, se procede a la descarga de datos de redes de las siguientes Organismos/Comapñías: Canal de Isabel II, UFD Madrid (Naturgy),ID-Iberdrola, Madrileña Red de Gas, Nedgia Gas Natural Madrid, Telefónica y Orange/Jazztel.	Oct 20/Ene 21	Se descarga de la plataforma Planos y Especificaciones Técnicas.
UFD Madrid - Naturgy				Centro Telegestión	telegestionoperaciones.inkolan@ufd.es	Oct 20/Ene 21	Se solicita por Esteyco, planos de red a través plataforma Inkolan	Oct 20/Ene 21	Se descarga de la plataforma Planos y Especificaciones Técnicas.

ORGANISMO / COMPAÑÍA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	PERSONA DE CONTACTO	e-MAIL	FECHA SOLICITUD	DOC / INF SOLICITADA	FECHA RESPUESTA	DOC / INF RECIBIDA
			Operaciones de Red	seescribano@ufd.es	16/03/2021	Se remite plano con ámbito de actuación a la compañía y se solicita ampliación de información e interlocutor futuras reuniones.	17/Marzo/21	Remiten a portal web para tramitación servicios.
					28/09/2021	Se remite separata de reposición/desmontaje a la compañía.	01/10/2021	Se solicita se remita información para abrir expediente de modificación de instalaciones.
I-DE – Grupo Iberdrola		91.7677267	Pablo Escribano Quintana	pescribano@iberdrola.e lcaride@iberdrola.es jlluengo@iberdrola.e a.garciam@iberdrola.es jantonanzas@femab.es	Oct 20/Ene 21	Se solicita por Esteyco, planos de red a través plataforma Inkolan	Oct 20/Ene 21	Se descarga de la plataforma Planos y Especificaciones Técnicas.
			Lucia Caride Villaamil		16/03/2021	Se remite plano con ámbito de actuación a la compañía y se solicita ampliación de información e interlocutor futuras reuniones.	23/Marzo/21	Se recibe e-mail con solicitud de reunión a mantener el 25/marzo
			Jose Luis Luengo Caselles Antonio García Millan Juan Ignacio Antoñanzas		08/04/2021	Se remite e-mail solicitando reunión estudio de afecciones en la SET Ventas Batán y Ventas Alcorcón, con técnicos REE e Iberdrola	09/Abril/21	Se recibe e-mail confirmando reunión en SET para el 13 Abril
					16/04/2021	Se remite e-mail de respuesta al envío de la Ingeniería Fernab	16/04/2021	Escrito de Ingeniería Femab, quien está desarrollando el Proyecto de conexión en Alta Tensión POE Melancólicos - Pozuelo
					11/05/2021	Se da respuesta al e-mail Iberdrola	11/05/2021	Solicitud información solución paso canalización alta tensión POE Melancólicos
							21/05/2021	Solicitud información solución paso canalización alta tensión POE Melancólicos
					20/05/2021	Se remite e-mail solicitando información sobre red MT en galería de servicios municipal y tramo tras finalización de ésta.	27/Mayo/2021	Solicitud reunión I-DE Iberdrola, que se celebra el 02/06/2021
					11/06/2021	Se remite vía e-mail, primera propuesta de reposición de líneas eléctricas.	11/06/2021	Se recibe e-mail con acuse de la recepción de la documentación enviada.
							28/09/2021	Solicitud reunión para el 1 de Octubre.
					29/09/2021	Se remite vía e-mail link de descarga con la Separata de reposición de servicios.		
MADRILEÑA RED DE GAS	C/Virgilio, nº 2 E 28223 Pozuelo de Alarcón1	91.5899760	Servicios Técnicos	ssttmrg@madrilena.es	Oct 20/Ene 21	Se solicita por Esteyco, planos de red a través plataforma Inkolan	Oct 20/Ene 21	Se descarga de la plataforma Planos y Especificaciones Técnicas.
					16/03/21	Se remite plano con ámbito de actuación a la compañía y se solicita ampliación de información e interlocutor futuras reuniones.		
					17/09/2021	Se remite Separata reposición gasoducto afectado	06/10/2021	E-mail de Operaciones de Red (Félix Ávila), facilitando datos de contacto
		91.4816570	Félix Ávila Jefe de Mantenimiento e Instalaciones Auxiliares Dirección Operaciones de Red	favilac@madrilena.es			25/10/2021	E-mail de Operaciones de Red, con comentarios Separata y anexos. Se mantiene reunión día 26 de Octubre.
					27/10/2021	Se remite versión de Planos de la reposición con las correcciones solicitadas/comentadas en la reunión mantenida y solicitando puntos de ubicación de cámaras/arquetas de registro para ubicación válvulas.	23/11/2.021	Se recibe e-mail con ubicación arquetas/válvulas a disponer y Normativa solicitada. Se da visto bueno a las soluciones presentadas con indicación conexión a proyectar a ERM con la tubería PE 250 MPB.
NEDGIA Madrid		91.6625762/ 649822533	Juan Carlos Sánchez González Jordi Montes Cañamero	usstt@nedgia.es	Oct 20/Ene 21	Se solicita por Esteyco, planos de red a través plataforma Inkolan	Oct 20/Ene 21	Se descarga de la plataforma Planos y Especificaciones Técnicas.
					16/03/21	Se remite plano con ámbito de actuación a la compañía y se solicita ampliación de información e interlocutor futuras reuniones.	22/09/2021	Se recibe acuse de recibo tras la recepción de la separata con nº expediente del desplazamiento C-MDS-20210041
					17/09/2021	Se remite Separata reposición gasoducto afectado	23/09/2021	Se recibe e-mail con Plano actualizado de la red y convocatoria de reunión.
					27/09/2021	Se mantiene reunión afecciones red existente.	28/09/2021	Se recibe la documentación relativa a la reposición junto al presupuesto correspondiente a la obra mecánica.
TELEFÓNICA		1004	Jose Antonio Capilla Salas Alberte Casquete Pardo	Variaciones_y_asesoramientos@telefonica.com	Oct 20/Ene 21	Se solicita por Esteyco, planos de red a través plataforma Inkolan	Oct 20/Ene 21	Se descarga de la plataforma Planos y Especificaciones Técnicas.
		900.111002		Joseantonio.capillasalas@telefonica.com Luisalberto.casquetepardo@telefonica.com	16/03/21	Se remite plano con ámbito de actuación a la compañía y se solicita ampliación de información e interlocutor futuras reuniones.	12/Abril/21	Se recibe e-mail de la compañía, indicando forma de contacto para la remisión del proyecto propuesto de reposición.
					17/06/21	Tras visita señalización, se solicita planos con características de canalizaciones.	22/06/21	Se recibe e-mail con planos canlizaciones.

ORGANISMO / COMPAÑÍA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	PERSONA DE CONTACTO	e-MAIL	FECHA SOLICITUD	DOC / INF SOLICITADA	FECHA RESPUESTA	DOC / INF RECIBIDA
					23/09/2021	Envío de la Separata de reposición servicios de Telecomunicaciones	19/20/2021	Tras conversación telefónica, se agenda reunión para el día 11 de Noviembre. La misma no se mantiene por imposibilidad técnica de Telefónica.
					11/11/2021	Se solicita nueva fecha de reunión y se adjuntan Plantas de reposiciones actualizada.		
CORREOS TELECOM	C/Conde Peñalver, 19 28006 Madrid		Mónica del Olmo Ubeda Oscar Jiménez	monica.delolmo@correostelecom.com oscar.jimenz@correostelecom.com	26/05/21	Se remite plano con ámbito de actuación a la compañía y se solicita ampliación de información e interlocutor futuras reuniones		
					08/09/2021	Se remite e-mail, indicando la necesidad remitan información sobre los servicios afectados de la compañía con objeto de considerar las posibles reposiciones.		
0RANGE/JAZZTEL			OSFI Correo electrónico	ssaaorange@elecnor.es	Oct 20/Ene 21	Se solicita por Esteyco, planos de red a través plataforma Inkolan	Oct 20/Ene 21	Se descarga de la plataforma Planos y Especificaciones Técnicas.
					16/03/21	Se remite plano con ámbito de actuación a la compañía y se solicita ampliación de información e interlocutor futuras reuniones.		
					23/09/2021	Se remite separata de reposición compañía		
ONO/VODAFONE	Avda. América, 115 28042 Madrid		José María Plaza Dpto. Infraestructuras Ignacio Espinosa Jose Esteban Pardo	jose-maria.plaza@vodafone.com serviciosafectados@ono.es servicios.afectados.mad-clm@vodafone.com ignacio.espinosa@elecnor.es jose-esteban.pardo@vodafone.com caestrada@elecnor.com aocana@elecnor.com	18/06/2021	Se remite escrito y plano con ámbito de actuación a la compañía y se solicita información sobre canalizaciones e instalaciones afectadas		
					28/06/2021	Se comunica a la plataforma Vodafone, incidencia acceso a la misma para la descarga de servicios.	08/09/2021	Se reciben planos pdf de la red.
					06/09/2021	Se comunica a la plataforma Vodafone, incidencia acceso a la misma para la descarga de servicios.		
					23/09/2021	Se remite separata de reposición compañía	12/11/2021	Se recibe e-mail de Carlos A. Estrada, con comentarios a la reposición y planos con red de cables existentes de ONO-Vodafone.
					12/11/2021	Se solicita información complementaria sobre un cruzamiento existente no considerado en la propuesta de reposición.	12/11/2021	Se indica desde Vodafone que no se podrá facilitar valoración hasta acuerdo de reposiciones con Telefónica.
							15/11/2021	Se recibe información complementaria solicitada a Vodafone-Ono.
UTE INMAES GALERIA DE SERVICIOS MUNICIPAL	C/Luis I, 63 28031 Madrid	638.154819 (Ext 47474)	Sergio Pérz Matas	sperez@inmaseute.com	19/05/2021	Se coordina vía e-mail, acceso a la galería de servicios	20/05/2021	Se indica visita con el acceso por calle Illescas

4.25.3 Descripción Servicios Afectados

A continuación, se realiza una descripción de las principales afecciones a servicios existentes, habiéndose enviado las Separatas de propuestas de reposición a los Organismos/Compañías afectadas durante el mes de septiembre de 2021.

4.25.3.1 Red de alcantarillado/saneamiento - Ayto. Madrid/CYII

Todo el ámbito de actuación se encuentra situada en la cuenca del río Manzanares, siendo la red de saneamiento del tipo unitaria, conduciéndose por la red de colectores principales conjuntamente las aguas de lluvia y las residuales.

La actual carretera de Extremadura / A-5 conformada por calzada de 4 – 3 carriles en el ámbito de la actuación, dispone de una red de drenaje de pluviales, con imbornales y sumideros conectados a colectores de 0,30/0,40 m de diámetro que evacúa los caudales aportados a la red general de colectores propiedad del Ayuntamiento de Madrid. La misma en su totalidad se verá afectada por las actuaciones proyectadas y deberá proyectarse nueva red de drenaje/saneamiento, conforme a la nueva vialidad que se proyecta en superficie.

Hay que indicar que desde su última actuación de ampliación del Paseo de Extremadura / A-5 en los años 60, no hay constancia de que se hayan presentado fallas en la red de saneamiento existente, pese al elevado grado de impermeabilización del área y con precipitaciones de importancia como las presentadas en los años 1969 y 1995 con 66,8 y 79,4 mm, respectivamente.

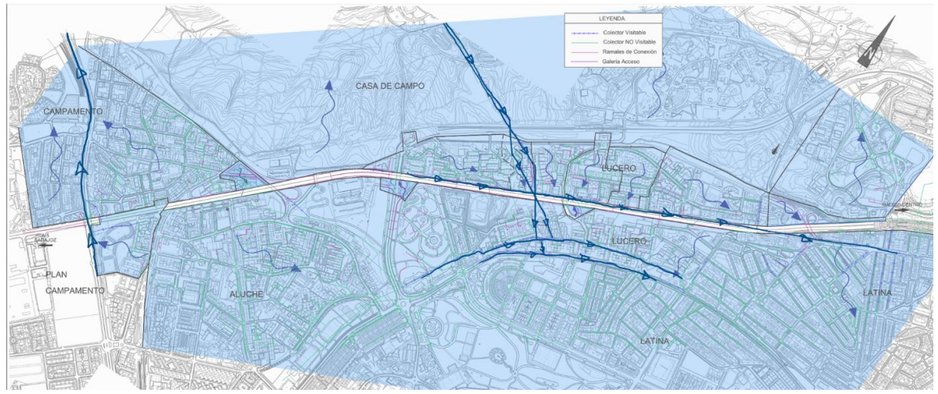
Las principales afecciones a la red de colectores se producen a aquellos que en la actualidad cruzan con orientación Norte-Sur la carretera de Extremadura, estando las afecciones y cruzamientos concentrados básicamente en los enlaces existentes.

También se producen afecciones relevantes a tramos de colectores que discurren longitudinalmente bajo la carretera de Extremadura, con tramos de colectores de dimensiones 1,6 x 0,8 m y 1,8 x 1,0 m.

El ámbito de actuación viene condicionado por la presencia de dos grandes colectores que cruzan la autovía a más de 15m de profundidad (Colector Arroyo Meaques viejo y nuevo), cruzándose entre sí, al oeste del paso inferior de Batán (a la altura de calle Villagarcía) y que llevan las aguas desde la Casa de Campo hasta los colectores interceptores que discurren por la calles Cebreros y Sepúlveda.

También hay que reseñar, el colector que discurre en la calzada norte entre Yébenes y Villamanín y que cruza esviado la carretera de Extremadura / A-5 para coger la alineación del paseo de Extremadura; por último, el colector de la Avenida de los Poblados que lleva las aguas hacia el norte para acabar en los mismos colectores que bajan desde la Casa de Campo.

El resto forman parte de una red secundaria que habrá que reponer, en caso de ser necesario, en función de las actuaciones a proyectar.

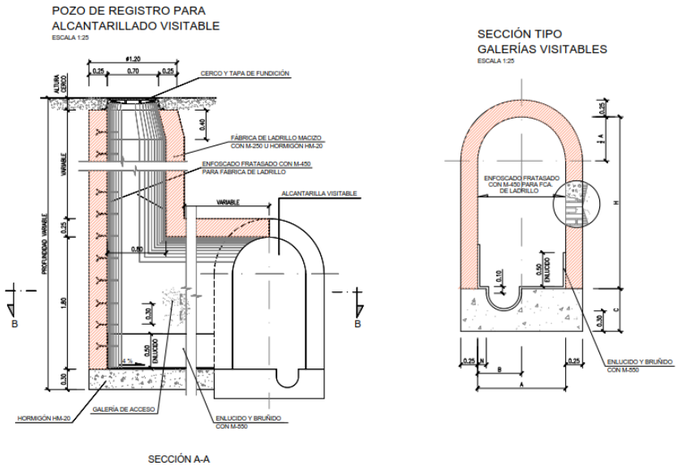


Esquema básico de funcionamiento de la red de colectores

Algunas fotografías de registros existentes de la red de alcantarillado en la zona de proyecto

Los criterios seguidos en la reposición de la red, son los siguientes:

- Se utiliza en su diseño las Normas para Redes de Saneamiento, Versión 3 del año 2020, redactadas por el Canal de Isabel II y se toman en la reposición de la red, los detalles tipo recogidos en el Anexo nº 6 Planos de dicha Norma.
- En la medida de lo posible, independientemente del caudal a evacuar y por razones de mantenimiento y limpieza de éstos, se utiliza sección de colector visitable mediante galería tipo 1 de 1,0 x 1,80 m, según detalle de la imagen siguiente



- Como mínimo se utiliza en la reposición, sección de colector de idénticas dimensiones a la del colector existente o del colector aportante, tendiendo si es factible, a disponer mayores secciones, teniendo eso sí en cuenta la sección hidráulica de los colectores a los que se conecta.
- Se evita en la medida de lo posible, la modificación del esquema de red existente, reduciendo con la nueva red de drenaje proyectada los aportes a la red de colectores existentes, al sustituir los 3-4 carriles por sentido de la actual carretera de Extremadura – A-5 en el tramo por un vial en superficie de 2-3 carriles en total, sustituyendo en su configuración final, asfalto por zonas verdes.

4.25.3.2 Red de abastecimiento - CYII

En diciembre de 2020 se recibe por parte de los técnicos del Canal de Isabel II, información sobre el proyecto redactado por el Organismo de renovación de la conducción de abastecimiento Retamares – Batán, que discurre por el interior de la Galería de Servicios Municipal que discurre bajo la calzada sentido Madrid de la A-5/Paseo de Extremadura desde la calle Illescas hasta las proximidades de la Avda. de Portugal.

De cara a la determinación de la red, se han realizado trabajos topográficos de campo y mantenido contactos con el servicio de cartografía del Canal con objeto de obtener datos de las características de la

red y profundidad a la que discurre la misma, en especial en los tramos de cruzamiento actuales bajo la A-5/Paseo de Extremadura.

La principal afección a la red de abastecimiento del Canal de Isabel II, se presenta sobre la Artería elevadora de Retamares-Batán, consistente en una tubería de fundición de 500 mm de diámetro. La misma discurre longitudinalmente en buena parte de su recorrido por la margen izquierda del Paseo de Extremadura / A-5, discurriendo parte de ella por la galería de servicios existente perteneciente al Ayuntamiento de Madrid. La conducción presenta 1 cruzamiento que se verán igualmente afectados, que se presentan en las proximidades de los Enlaces Parque de Atracciones-Paseo de Extremadura y de la Avenida de los Poblados, donde discurrirá la conducción en sentido Oeste por la margen derecha del Paseo de Extremadura/A-5.

Además de la afección a la Artería, se verán afectadas por el Proyecto, las derivaciones que desde ésta parten, algunas de ellas en el cruce con la carretera actual dispuestas en el interior de galerías, y diferentes ramales de abastecimiento y acometidas domiciliarias,

Se afectarán a tuberías de fundición de 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 mm y 500 mm y a 2 tramos de tuberías de fundición de 600 y 900 mm, así como a la valvulería y equipos de la red.

Además de estas conducciones de abastecimiento, se afectará a la conducción de agua reutilizada que discurre bajo calzada en el Enlace actual de Casa de Campo- C/ Los Yébenes.

En los Planos 15.2.3 de reposición que se recogen en el Proyecto, se adjunta la Planta general de la propuesta de reposición de toda la red de la compañía, junto a detalles de la canalización propuesta y arquetas/cámaras de registro a disponer.

Algunas fotografías de registros existentes de la red de abastecimiento en la zona de proyecto

4.25.3.3 Metro de Madrid

Las obras en Proyecto cruzará la línea de Metro L-6. Ésta, transcurre muy profunda en esta zona. Aunque la misma no se verá afectada, la ejecución del túnel del soterramiento proyectado afectará al pozo de ventilación de la Línea 6 existente en el Paseo de Extremadura, próximo al edificio de gestión de Calle 30, procediéndose a la reposición del mismo.

Metro	LÍNEA 6					ALTO DE EXTREMADURA - LUCERO							POZO Nº 6105		
Nº POZO	ESTACIÓN Y SENTIDO			REFER. TÚNEL P.K.	VÍA/BÓV	DISTANCIA A PIÑÓN	PROFUND. (Calle-Carril)	REJILLA SITUACIÓN	PARCELARIO	LOCALIZAC.	DIMENS.	TIPO	TIPO Ex / Im / Com	VENTILADOR MANDO	COLUMNA SECA	ACCESO BOMBEROS
6105		ALTO DE EXTREMADURA	*Lucero*	1+390	v I	352 m	37 m	mediana Extremadura	entre Pr Avda.de	Jardín	8,00x3,00	Tramex 80x75x5	Extracción	Sí	PCL LUCERO	Sí	Sí

Ref. parcelario: R
Ref. nº plano: L 6/01
Ref. sinóptico: Página 1

NÚMERO DE MOTORES:	1
NUMERACIÓN VENTILADOR/ES:	410.0.0.350
POTENCIA UNITARIA (cv):	50
CAUDAL UNITARIO (m^3/h-1000):	180

Observaciones:

Coordenadas GPS: N 40º 24' 30, 11'' - W 3º 44' 34, 65''

INDICACIÓN EN P.C.L.:	*Túnel A. Extremadura*
CÓDIGO:	---
UBICACIÓN:	*Túnel*
CIERRE DE REJILLA:	- - -

Ficha afección ventilación metro L-6

4.25.3.4 Red Eléctrica

En el tramo se han detectado servicios e instalaciones eléctricas de las Compañías Unión Fenosa Distribución (Naturgy), ID-E Iberdrola y de Red Eléctrica de España. A continuación, se describen los principales servicios de las mismas y su posible afección.

4.25.3.4.1 Unión Fenosa Distribución (Naturgy)

Se afectará a dos conducciones/canalizaciones de MT y BT que discurren por el Paso Inferior del Enlace Parque de Atracciones-Paseo de Extremadura y prestan servicio básicamente a la alimentación eléctrica de la red de alumbrado público.

En los Planos de reposición/desmontaje que se presentan en este Proyecto, se adjunta la Planta general de la propuesta de desmontaje de la red eléctrica afectada, dado que se procede igualmente al desmontaje de la red de iluminación existente a la que presta servicio eléctrico.

4.25.3.4.2 I-DE – Iberdrola

Al inicio del proyecto, se solicita información a través de la plataforma de servicios INKOLAN durante los meses de Octubre 2020 y Enero 2021, recibiendo Planos de la red eléctrica e instalaciones existentes, pertenecientes a la compañía IDE - Iberdrola.

A través de los responsables de la explotación de la compañía Iberdrola de las subestaciones eléctricas de Ventas Batan y Ventas Alcorcón, de titularidad/uso compartido con Red Eléctrica de España, se mantienen reuniones de cara a las reposiciones a ejecutar por la afección a las líneas eléctricas de Media Tensión afectadas por las actuaciones en el ámbito de la subestación. A su vez, se mantiene contactos con los responsables de la red afectada por las actuaciones proyectadas, así como para la coordinación/definición de un prisma eléctrico que permita el cruzamiento de la canalización eléctrica subterránea de Alta Tensión en la conexión entre las subestaciones eléctricas de Pozuelo y Melancólicos que Iberdrola está proyectando.

La principal instalación eléctrica son las subestaciones eléctricas de Ventas Alcorcón y Ventas Batán, situadas en la margen izquierda de la carretera de Extremadura entre los enlaces de Casa de Campo-C/Los Yébenes y Aluche-Campamento.

Las subestaciones son de propiedad compartida de Iberdrola y REE, conviviendo en la actualidad la antigua subestación propiedad de Iberdrola con las 2 nuevas subestaciones antes indicadas. Las mismas, se construyeron al amparo del convenio firmado en el año 2005 con el Ayuntamiento de Madrid, estando previsto el desmontaje de los patios de maniobra y edificios de la antigua subestación en un futuro próximo.

Los terrenos de la subestación, junto al cerramiento existente, se verán afectadas por las obras a ejecutar, lo que conllevará la afección a las canalizaciones subterráneas de MT y de fibra óptica que parten desde la misma y que discurren a lo largo del Paseo de Extremadura/A-5 por su margen izquierda.

Imágenes de la subestación de Iberdrola

Además de las afecciones que se producen a estas canalizaciones subterráneas, se verán afectadas igualmente las conducciones de MT que discurren por el interior de la galería de servicio del Ayuntamiento de Madrid, todas las canalizaciones subterráneas de MT que cruzan transversalmente la carretera y una línea eléctrica aérea de MT que discurre en paralelo al Enlace Parque de Atracciones-Paseo de Extremadura.

En los Planos 15.2.4. de reposición que se presentan en este Proyecto, se adjunta la Planta general de la propuesta de reposición de toda la red propiedad de la compañía, junto a detalles de la canalización propuesta y arquetas/cámaras de registro a disponer.

Registros y líneas existentes de Iberdrola en el ámbito de proyecto

4.25.3.4.3 Red Eléctrica de España - REE

Para la alimentación de la antigua subestación eléctrica de Iberdrola, la compañía Red Eléctrica de España, dispone de dos líneas eléctricas aéreas de Alta tensión, que cruzan sobre un pórtico el actual Paseo de Extremadura/A-5.

Hay que indicar, que las citadas líneas no serán en ningún caso afectadas por el Proyecto. No obstante, el cumplimiento de gálibo de seguridad de trabajo bajo las líneas conllevará la adopción de medidas de

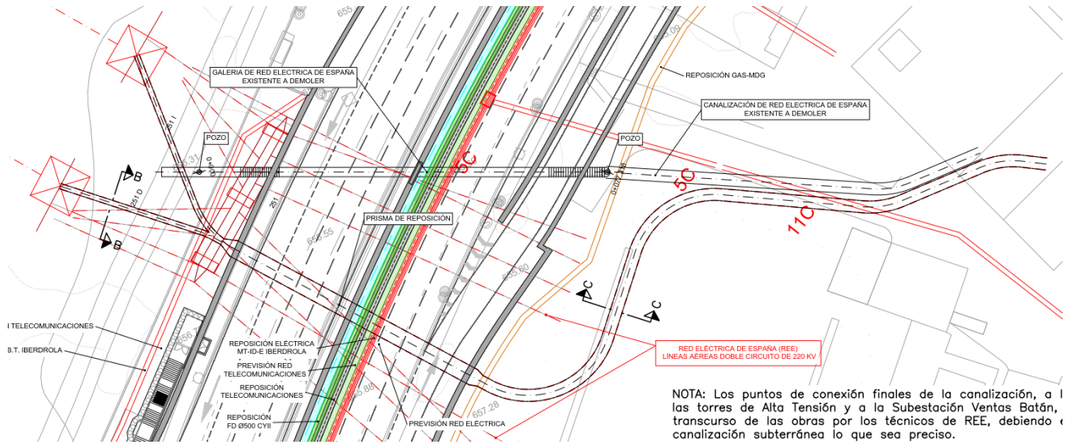
protección y el ajuste del proceso constructivo, ya que no será factible la disposición de pantalladoras de grandes dimensiones bajo las mismas.

Al amparo del convenio firmado en el año 2005 con el Ayuntamiento de Madrid, REE e Iberdrola han ejecutado en el mismo ámbito, las subestaciones eléctricas de Ventas Alcorcón y Ventas Batán, estando previsto el desmontaje de los patios de maniobra y edificios de la antigua subestación en un futuro próximo.

Dichas subestaciones son alimentadas a través de una galería subterránea bajo el Paseo de Extremadura/A-5, que se verá afectada por la ejecución de las obras y que deberá ser repuesta, mediante un nuevo prisma sobre la tapa del túnel, operación que deberá ejecutarse manteniendo en servicio y sin afección a la galería subterránea existente.

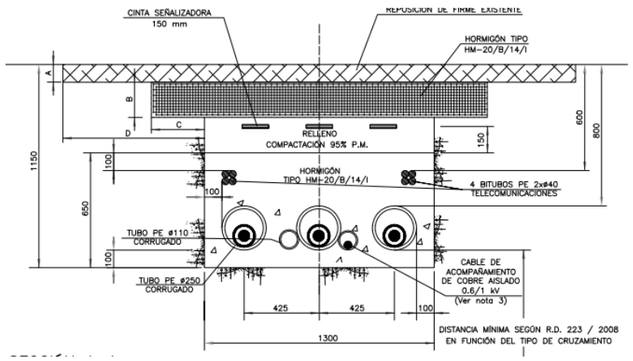
Registros y líneas existentes de REE en el ámbito de proyecto

La propuesta de reposición, tras el envío de la Separata y reunión mantenida con la Compañía REE, consistirá en un nuevo prisma de canalización a situar en superficie sobre la tapa del túnel. Se adjunta imagen de la Planta de reposición.

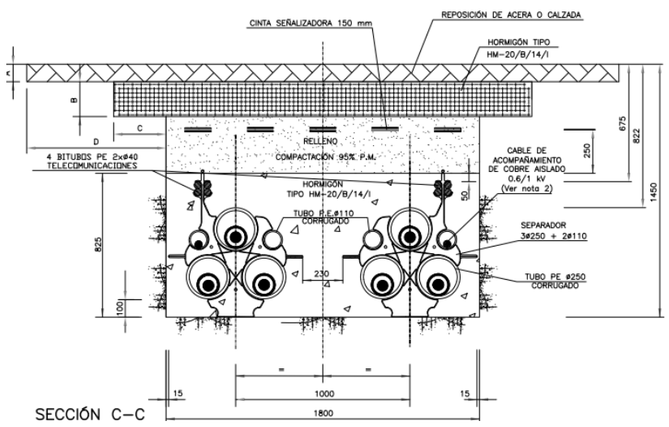


En la reposición, se disponen las secciones tipo siguientes:

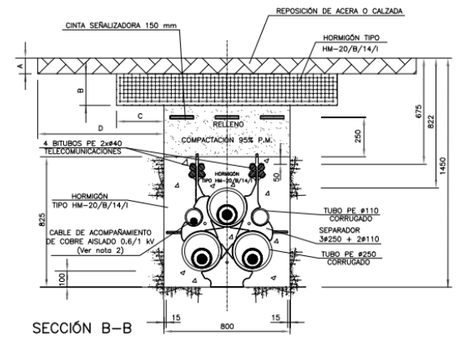
- Sección sobre túnel. Se dispondrán 2 canalizaciones como la de la imagen, para poder alojar el doble circuito de alta tensión existente.



- Sección conexión con subestación:



- Sección conexión torres AT (lado Casa de Campo):



4.25.3.5 Red de gas

En el tramo se han detectado conducciones de gas de las compañías Madrileña Red de Gas y de Nedgia Gas Natural (Naturgy). A continuación, se describen los principales servicios de las mismas, y su posible afección.

4.25.3.5.1 Madrileña Red de Gas

La principal afección a la red de gas de la compañía MRG, se produce sobre la tubería PE-250 que discurre por la margen izquierda del Paseo de Extremadura/A-5 desde su conexión con la red de Alta Presión de la compañía Nedgia en las proximidades de la subestación eléctrica de Iberdrola hasta las proximidades del Enlace Parque de Atracciones-Paseo de Extremadura, donde discurrirá la conducción en sentido Oeste por el viario existente paralelo a la margen derecha del Paseo de Extremadura/A-5.

Además de la afección a la conducción principal, se verán afectadas por el Proyecto, las derivaciones que desde ésta parten, algunas de ellas en el cruce con la carretera actual, ramales de abastecimiento y acometidas domiciliarias,

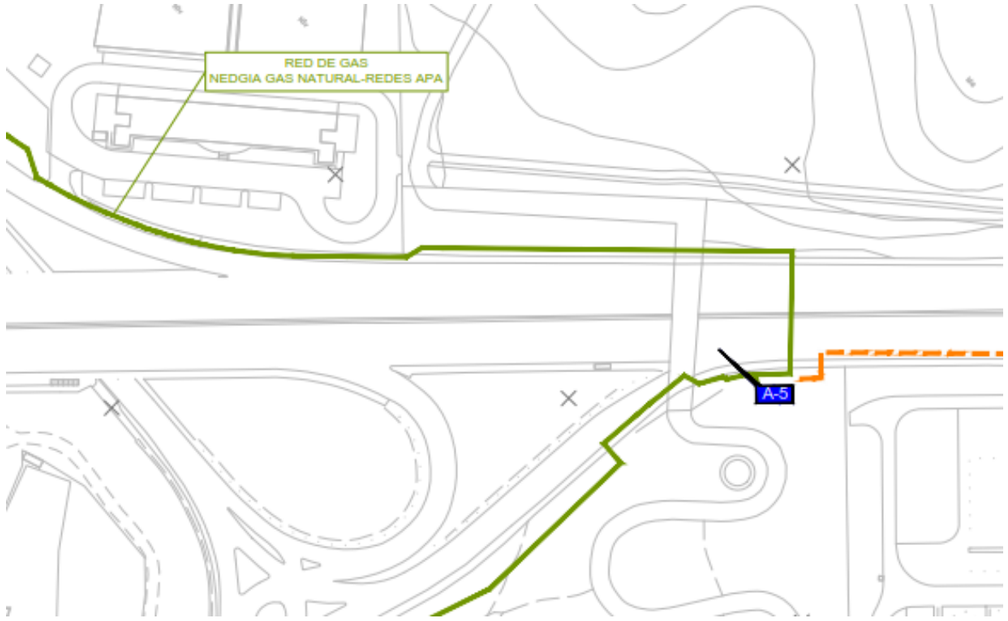
Se afectarán a tuberías de polietileno PE 63, 110, 160 y 200 mm y a 2 tramos de tuberías de fundición de 200 y 250 mm, así como a la valvulería y equipos de la red.

En los Planos 15.2.6. de reposición que se presentan en este Proyecto, se adjunta la Planta general de reposición de la red de gas afectada, junto con plano de detalle de la canalización y ubicación de arquetas/cámaras proyectadas.

Registros y líneas existentes de Madrileña Red de Gas en el ámbito de proyecto

4.25.3.5.2 Nedgia Gas Natural Madrid (Naturgy)

La afección a la red de la Nedgia Gas Natural Madrid (Naturgy), se produce sobre un tramo del gasoducto de Alta Presión con tubería de acero A= 12”. El mismo, discurre en la actualidad desde la carretera a Boadilla y en paralelo por la margen derecha del Paseo de Extremadura/A-5 hasta el cruce de este mismo próximo a la pasarela existente del anillo ciclista. Una vez cruzado el Paseo de Extremadura/A-5, el gasoducto dispone de una antigua cámara que daba conexión a la red de distribución de la compañía Madrileña Red de Gas, para continuar en paralelo al ramal de conexión del actual enlace de Boadilla/A-5.



Esquema del tramo de red. Nedgia Gas Natural en ámbito enlace Boadilla

La propuesta de reposición ha sido validada por la compañía Nedgía, recogiéndose en los Planos 15.2.6. del Proyecto el trazado en Planta de la variante proyectada, así como detalles de la reposición.

Registros de Nedgia Gas Natural en ámbito de proyecto

4.25.3.6 Red de telecomunicaciones

En el tramo se han detectado canalizaciones de telecomunicaciones de las compañías Telefónica, Jazztel/Orange y Vodafone/0no. Se conoce la existencia de conducciones de telecomunicaciones pertenecientes al Ministerio de Defensa y a Correos Telecom que discurren por el interior de la galería de servicios municipal, pero a fecha de cierre de redacción de este Proyecto, no se ha atendido las solicitudes de información que se han emitido.

Hay que indicar, que como se aprecia en los Planos de situación actual/condicionantes, por las canalizaciones de telecomunicaciones existente, las redes de estas compañías se “solapan”, lo que indica que en alguno de los tramos se comparte canalización, extremo que ha sido confirmado con los responsables técnicos de las citadas compañías y en los trabajos de campo efectuados.

4.25.3.6.1 Telefónica

La principal afección a la red de la compañía Telefónica, se produce sobre la canalización principal que discurre en buena parte de su recorrido por la calzada derecha del Paseo del Paseo de Extremadura/A-5 desde las proximidades del Enlace Parque de Atracciones-Paseo de Extremadura, donde discurrirá la conducción en sentido Oeste por el Paseo de Extremadura.

Desde esta canalización troncal, se realizan las canalizaciones de derivación para la prestación del servicio de telecomunicaciones a los barrios colindantes.

En los cruces de la canalización con los Paso Inferiores bajo el Paseo de Extremadura/A-5, la canalización se dispone bajo acera.

Registros de Telefónica en ámbito de proyecto

La compañía Telefónica, también dispone de conducciones de telecomunicaciones por el interior de la Galería de Servicios municipal, la cual será afectada en su totalidad por las obras proyectadas, disponiéndose un prisma de canalización en superficie para el alojamiento de la totalidad de servicios de telecomunicaciones que discurren por la misma.

En los Planos 15.2.06.1. de reposición que se presentan en este Proyecto, se adjunta la Planta general de reposición de la red de telecomunicaciones de Telefónica, junto con planos de detalle de la canalización y arquetas proyectadas.

4.25.3.6.2 ORANGE/JAZZTEL

Como se ha indicado anteriormente, las redes de estas compañías se “solapan” con la canalización de la compañía Telefónica, lo que indica que en alguno de los tramos se comparte canalización, extremo que será confirmado con los responsables técnicos de las citadas compañías.

Además de la afección a la canalización principal, se verán afectados tramos de acometidas que parten desde la canalización troncal y otras canalizaciones y conexiones domiciliarias.

Registros de Orange/Jazztel, algunos de ellos compartidos con Telefónica

4.25.3.6.3 VODAFONE/ONO

Tras los trabajos de toma de datos realizados durante el desarrollo del Proyecto y tras la visita efectuada a la Galería de Servicios municipal, se detecta en esta última, conducciones de fibra óptica de la compañía Vodafone-Ono que al igual que la propia galería, serían afectadas por las obras proyectadas. Todas las comunicaciones mantenidas con la Compañía, así como la documentación facilitada por ésta se encuentra en el Anexo nº 1 de este documento.

La afección principal a la red de la compañía Vodafone-Ono, se produce sobre la red de fibra óptica que discurre buena parte de su recorrido por el interior de la Galería de Servicios municipal bajo la calzada izquierda del Paseo del Paseo de Extremadura/A-5.

Desde esta canalización troncal, se realizan las canalizaciones de derivación para la prestación del servicio de telecomunicaciones a los barrios colindantes

Registros de cámara de acceso a cámaras y arquetas

4.25.3.6.4 Galería de servicio. Servicios telecomunicaciones

En la visita realizada a la galería de servicios municipal que se describe y en los contactos telefónicos mantenidos con responsables municipales de la misma, se ha constatado la existencia de conducciones de telecomunicaciones por el interior de la misma. Dichas conducciones, es perteneciente a los siguientes Organismos/Compañías:

- MINISTERIO DE DEFENSA.
- CORREOS TELECOM.
- VODAFONE.
- TELEFÓNICA DE ESPAÑA
- DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO

Se ha procedido al envío de comunicaciones a dichos Organismos/Compañías de cara conocer las características de las conducciones que discurren por el interior de la galería y que se verán afectadas por las obras proyectadas. A fecha de cierre de este Proyecto no se ha facilitado por parte del Ministerio de Defensa ni de Correos Telecom el trazado de sus redes más allá de las que discurren por el interior de la galería de servicios municipal, por lo que no es factible determinar que no existen mayores afecciones a sus redes que las contempladas en las reposiciones del Proyecto.

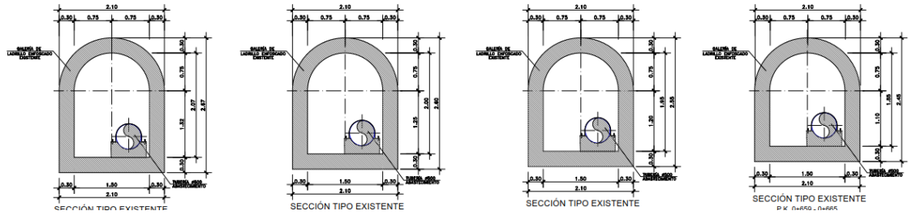
Registros de cámara de acceso de materiales a la galería de servicios

4.25.3.7 GALERÍA DE SERVICIO – Ayuntamiento de Madrid

La galería de servicio perteneciente al Ayuntamiento de Madrid, discurre longitudinalmente por el margen izquierdo (sur) del Paseo de Extremadura / A-5 desde las proximidades del Enlace Parque de Atracciones-Paseo de Extremadura hasta el final de la actuación.

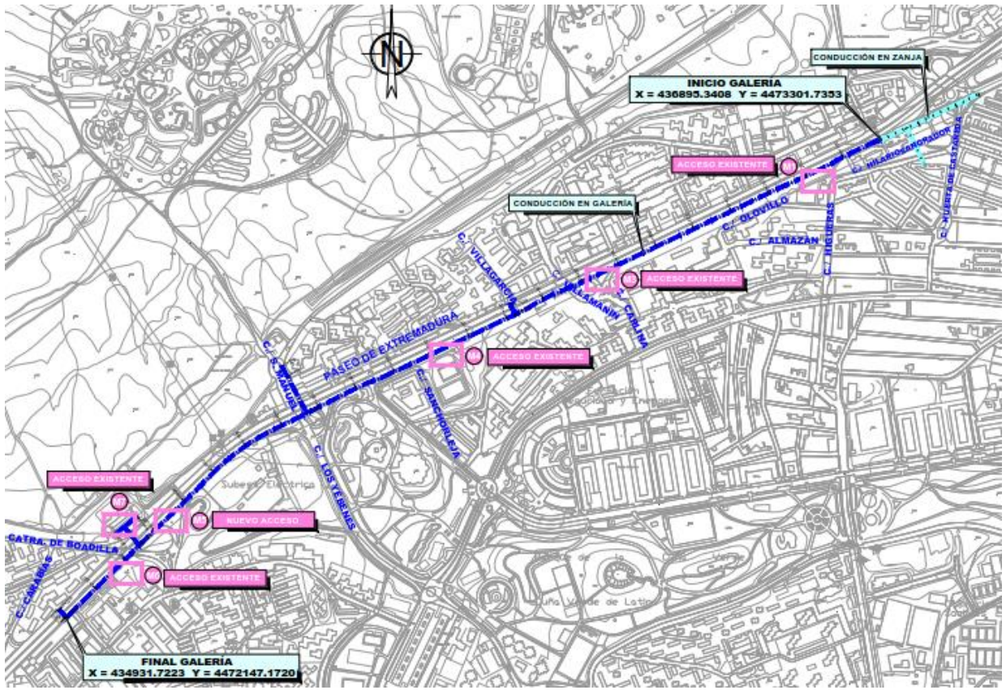
La ubicación en planta de parte de la misma (hasta las proximidades del enlace con la Carretera de Boadilla), longitudinal y sección, han sido facilitadas por el Canal de Isabel II, quien ha redactado recientemente el Proyecto de la renovación de la Artería elevadora de Retamares-Batan en el tramo en el que la conducción del Canal de Isabel II (tubería de fundición de 500 mm de diámetro) discurre por el interior de dicha galería.

La galería presenta una sección de 1,50 x h variable (2,07-2,0-1,95-1,85) conforme a la sección tipo que se adjunta:



Secciones galería de servicio del Ayuntamiento

A continuación, se adjuntan imagen de la ubicación de dicha galería en Planta. En el Anexo nº 1 del Anejo, se incluyen planos de planta y longitudinal extraído del Proyecto elaborado por el Canal de Isabel II:



Planta galería de servicios

Por la misma, además de la conducción de abastecimiento del CYII, discurren líneas de telecomunicaciones y eléctricas de MT y BT.

Dada la ubicación en planta y alzado de la galería, será preciso a la reposición de todos los servicios que discurren por el interior de la misma, y su demolición por las interferencias con el túnel que presenta.

A continuación, se adjuntan algunas fotografías de las cámaras/pozos de acceso existentes, conforme a la sección tipo siguiente:

Sección tipo cámaras/accesos de la galería de servicio

4.25.3.8 Alumbrado público e instalaciones especiales – Ayuntamiento de Madrid

La red de alumbrado público cuya titularidad pertenece al Ayuntamiento de Madrid, se desarrolla por ambas márgenes del Paseo de Extremadura/A-5, enlaces, pasos inferiores peatonales y viario aledaño.

La práctica totalidad de la red en el ámbito deberá ser desmontada, debiendo proyectar una red de alumbrado acorde a la nueva urbanización/vialidad del Paseo de Extremadura en superficie, una vez se ejecuten y pongan en servicio los túneles proyectados.

Durante el transcurso de las obras, se proyectarán soluciones de reposición temporales con objeto de poder prestar servicio.

Registros canalizaciones alumbrado en ámbito de proyecto

4.25.3.9 Canalización e instalaciones Dirección General de Tráfico - DGT

Por el interior del túnel de conexión de la A-5/Paseo de Extremadura con la M-30 que discurre por la Avda. de Portugal, la DGT dispone de una conducción de 32 F.O que, posteriormente discurre en superficie por la margen izquierda de la carretera existente, presentándose tramos en servicio igualmente anexos a las instalaciones existentes de la DGT por la margen derecha de la A-5.

Además de estas canalizaciones que discurren por ambas aceras del Paseo de Extremadura, la DGT dispone de por el interior de la Galería de Servicios Municipal de dos conductores de 12 y 6 F.O.

Según avances de P.K. de la carretera A-5/Paseo de Extremadura, la DGT dispone de las siguientes instalaciones:

- PK 3+650 Margen izqda. Armario repartidor.
- PK 3+700 Margen izqda. Cámara CTV.
- PK 4+960 Margen izqda. Cámara CTV.
- PK 5+650 Margen dcha. Pórtico Mensajería Variable.
- PK 5+900 Margen dcha. Cámara CTV.
- PK 6+200 Margen dcha. Pórtico Mensajería Variable.
- PK 6+450 Margen dcha. Cámara CTV.
- PK 6+800 Margen dcha. Cámara CTV.

Una vez transferido el tramo de la A-5 al Ayuntamiento de Madrid en marzo de 2003 las competencias de gestión y control del tráfico son asumidas por el Departamento de Tecnologías de Tráfico del Ayuntamiento de Madrid. No obstante a lo anterior, la DGT sigue manteniendo en servicio las cámaras CTV y resto de equipos en el sector.

Registros canalizaciones DGT en ambos márgenes en el ámbito de proyecto

En los Planos 15.2.8. de reposición que se presentan en este documento, se adjunta la Planta general de reposición y desmontaje de las instalaciones de la Dirección General de Tráfico.

4.25.3.10 Tecnologías de tráfico – Ayuntamiento de Madrid

Una vez transferido el tramo de la Autovía A-5 al Ayuntamiento de Madrid, se hace cargo de los sistemas de control y gestión del tráfico el Departamento de Tecnologías de Tráfico del Ayuntamiento de Madrid.

Hay que indicar que, a la fecha de redacción de esta Fase, no se cuenta con los planos de la red, habiéndose determinado las canalizaciones/instalaciones en las visitas de campo efectuadas.

Inicialmente, y a falta de consensuar la solución con los técnicos del Ayuntamiento, todas las canalizaciones e instalaciones existentes serán desmontadas, proyectando las que el Departamento de Tecnología de Tráfico del Ayuntamiento consideré necesarias para la nueva vialidad en superficie que se proyecte en el Paseo de Extremadura.

Registros canalizaciones e instalaciones propiedad del Departamento de Tecnologías de tráfico

4.26 OCUPACIÓN TERRITORIAL Y AFECCIONES DEL PROYECTO

4.26.1 Objeto del Anejo

La finalidad del Anejo de Expropiaciones es doble: en primer lugar, ha de servir para poder ajustarse a los requisitos necesarios que ineludiblemente debe reunir todo proyecto para cumplimentar el trámite de su aprobación, de conformidad con la legislación vigente; y, en segundo lugar, igualmente debe servir de base de partida para la incoación y subsiguiente tramitación del expediente de expropiación por el Servicio de Expropiaciones correspondiente, de los bienes y derechos afectados por la ejecución de las obras contenidas en el proyecto de referencia.

La legislación vigente de referencia con su consiguiente normativa aplicable es la siguiente:

- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Real Decreto Legislativo 1492/2011, de 24 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de valoraciones de la Ley de Suelo.
- Ley de Expropiación Forzosa de 16 de diciembre de 1954 y su Reglamento, Real Decreto 26 de abril de 1957.
- Ley 3/1991, de 7 de marzo, de Carreteras de la Comunidad de Madrid.
- Ley 9/2001, de 17 de Julio, del suelo, de la Comunidad de Madrid.
- Decreto 29/93, de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Carreteras de la Comunidad de Madrid.
- Orden Circular 22/07 sobre instrucciones complementarias para tramitación de proyectos.
- Ley de carreteras 37/2015 de 29 de septiembre.
- Nota de Servicio 4/2010 sobre el estudio de las expropiaciones en los proyectos de trazado de la dirección general de carreteras.

De acuerdo con la OC 22/07 sobre Instrucciones complementarias para tramitación de proyectos, para adelantar el inicio del expediente expropiatorio, una vez redactado el correspondiente Proyecto de Trazado, y aprobado provisionalmente, se someterá al trámite de información pública previsto en el artículo 19.1 de la Ley de Expropiación Forzosa, incluyendo la relación individualizada de bienes y derechos afectados.

Por consiguiente, dicho anejo tiene la finalidad de definir, con toda la precisión posible, los terrenos que son estrictamente necesarios para la correcta ejecución de las obras contempladas en el mismo, así como los bienes y derechos afectados.

La ocupación territorial considerada para la ejecución de las obras se encuentra en el distrito de Latina con dos pequeñas zonas en el Distrito de Moncloa-Aravaca.

La ocupación territorial estimada para la ejecución del soterramiento de la estructura, rampas de acceso, enlaces y viales en superficie, así como las ocupaciones temporales para la correcta ejecución de las obras se establece en unos **110.566,02 m²**, de los cuales **98.224,22 m²** corresponden a suelo de dominio público (88,84%).

Todos los terrenos se encuentran en zona urbana y se considera que las parcelas son de suelo urbano, a falta de revisión de las parcelas detalladas una vez consultados los datos catastrales.

4.26.2 Afecciones

Para la correcta ejecución de las Obras contenidas en el proyecto, se definen tres tipos de afección: la expropiación propiamente dicha, la imposición de servidumbres y la ocupación temporal.

Los terrenos de Titularidad Pública no se expropiarán (ni temporal ni definitivamente), no siendo objeto por tanto de valoración económica para expropiación, servidumbre u ocupación temporal, si bien se cuantifica la superficie de afección para solicitar autorización de ocupación al respectivo organismo.

De la misma forma, la Vialidad existente correspondiente a Dominio Público, no se expropiarán (ni temporal ni definitivamente), no siendo objeto por tanto de valoración económica para expropiación, servidumbre u ocupación temporal.

Cabe señalar también que, en el ámbito de las obras definidas por el proyecto, discurren zonas de influencia ferroviaria (subsuelo) correspondientes a las líneas L5 y L6 que han condicionado la solución

de proyecto. Estas zonas quedan grafiadas en los planos de conjunto. Estas no tienen afección sobre las expropiaciones por lo que no s incluido en los planos de expropiación para no generar confusión.

4.26.2.1 Desvíos de tráfico

Para la ejecución de las obras serán necesarios un conjunto de desvíos de tráfico, tanto de la calzada principal de la A-5, como de vías laterales, enlaces y otras conexiones.

La superficie total de desvíos de tráfico es de 139.809,14 m2, de los cuales 116.789,69 (83,54%) corresponden a viario actual de dominio Público. La superficie restante corresponde a afecciones (expropiación, servidumbre y ocupación temporal) según la siguiente tabla:

AFECCIÓN POR DESVÍOS DE TRÁFICO

Suelo urbano				
Término Municipal	Expropiación (m²)	Servidumbre (m²)	Ocupación Temporal (m2)	TOTAL (m²)
MADRID	7.583,24	1.110,30	14.325,92	23.019,45

4.26.3 Expropiación

Se expropia el pleno dominio de las superficies que requiera la actuación conforme a la vigente Ley de Carreteras, sus elementos funcionales y las instalaciones permanentes que tengan por objeto una correcta explotación, así como todos los elementos y obras anexas o complementarias definidas en el proyecto que coincidan con la rasante del terreno o sobresalgan de él, y en todo caso las superficies que sean imprescindibles para cumplimentar la normativa legal vigente para este tipo de Obras.

La fijación de la línea perimetral de la expropiación con relación a la arista exterior de la explanación queda estrictamente definida en los planos parcelarios que forman parte del presente Anejo. Dicha línea perimetral se establece en función de los siguientes parámetros:

a) La calificación fiscal de los terrenos afectados

b) Las características topográficas de los mismos

En el caso particular del presente proyecto, en el que se ejecuta principalmente un túnel y sus accesos se fija la línea perimetral de expropiación en la línea de proyección vertical del borde de la obra sobre el terreno natural, es decir en la cara exterior de las pantallas y muros (en base Artículo 21 de la Ley 25/1988, de 29 de julio, de Carreteras), con un margen de 0,5-1 m en base a las cimentaciones y para la ejecución de éstos, así como ante posibles ajustes de definición que pudieran surgir.

Respecto a los enlaces se ha considerado como arista exterior de la explanación, la formada por el borde del talud del desmonte o terraplén del ramal de enlace o tronco o la de la cuneta de guarda, caso de que esta existiera, o del límite de la acera considerada en cada uno de los casos.

Al encontrarse el presente proyecto en ámbito urbano consolidado y limitado por las edificaciones existentes, la línea perimetral de expropiación de los viales en superficie se limitará a la proyección en planta de éstos y las aceras que se hayan considerado en la planta de urbanización.

La **expropiación** estimada de los terrenos resultantes de la aplicación de los criterios citados afecta a una superficie total de **39.576,40 m²**, correspondiendo el total a terrenos catalogados como suelo urbano.

El desglose de las superficies objeto de expropiación en el proyecto se detalla en el siguiente cuadro de clases de suelo:

EXPROPIACIÓN

Suelo urbano				
Término Municipal	Privado (m²)	PMS (m²)	Otros. Sin bienes (m2)	TOTAL (m²)
MADRID	3.878,38	35.121,22	576,80	39.576,40

Debe significarse que existen 3 edificaciones afectadas estando constituidas principalmente por viviendas.

El número de viviendas afectadas en suelo urbanizado es de 12. También se afectan 5 locales comerciales y 3 bienes cuyo uso es almacén-estacionamiento. En el Apéndice nº 3 se adjunta la información catastral edificios afectados disponible.

A continuación, se describen las edificaciones afectadas.

4.26.3.1 Edificaciones afectadas

Tras el encaje del trazado del túnel en el Paseo Extremadura con los condicionantes de proyecto y secciones establecidas se ha visto necesario la expropiación de 3 edificios que se encuentran actualmente afectados por ordenación entre los enlaces de Yébenes y Batan, separados en dos zonas, dos edificios junto al Parque del cohete a la altura de los PK 2+075 (edificio 1) y PK2+090 (edificio 2), y otro junto al enlace de Batan, a la altura del PK 2+585 (edificio 3). Adicionalmente se expropian dos edificaciones próximas a la Avenida de los Poblados, que si bien no están afectadas por la obra civil del túnel, lo estarán por la urbanización en superficie.

Las edificaciones afectadas están formadas por bloques de viviendas principalmente. En el Apartado 4 Certificados catastrales se adjunta la información catastral pública de los edificios afectados.

— Edificio 1

En la acera sentido entrada Madrid, a la altura del PK 2+075 de traza del túnel, se encuentra el edificio situado en el Paseo de Extremadura nº 325, que se ve afectado por la ejecución de las pantallas del túnel.

La referencia catastral de la parcela catastral afectada es **5929732VK3752H.**

Este edificio se encuentra fuera de la alineación de la ordenación urbanística vigente y consta de 2 viviendas de 92 m2 cada una.

A continuación, se enumera la relación de inmuebles afectados:

REFERENCIA CATASTRAL	DIRECCIÓN	USO	SUP. CONSTRUIDA (m2)
5929732VK3752H0001XK	PS EXTREMADURA 325 Pl:00 Pt:01	Residencial	92
5929732VK3752H0002ML	PS EXTREMADURA 325 Pl:01 Pt:01	Residencial	92

FIGURA 1. Fachada edificio Paseo Extremadura 325 afectado por la ejecución del túnel.

FIGURA 2. Fachada lateral edificio Paseo Extremadura 325 afectado por la ejecución del túnel.

— Edificio 2

En la acera sentido entrada Madrid, a la altura del PK 2+095 de traza del túnel, se encuentra el edificio situado en el Paseo de Extremadura nº 323, que se ve afectado por la ejecución de las pantallas del túnel.

La referencia catastral de la parcela catastral afectada es **5929731VK3752H.**

Este edificio se encuentra fuera de la alineación de la ordenación urbanística vigente y consta de 6 viviendas, 1 local comercial y 3 almacenes-estacionamiento.

A continuación, se enumera la relación de inmuebles afectados y las superficies construidas de cada uno de ellos:

REFERENCIA CATASTRAL	DIRECCIÓN	USO	SUP. CONSTRUIDA (m2)
5929731VK3752H0002FL	PS EXTREMADURA 323 (A) Pl:-1 Pt:01	Almacén-Estacionamiento	181
5929731VK3752H0003GB	PS EXTREMADURA 323 (B) Pl:-1 Pt:02	Almacén-Estacionamiento	115
5929731VK3752H0004HZ	PS EXTREMADURA 323 (C) Pl:-1 Pt:03	Almacén-Estacionamiento	161
5929731VK3752H0005JX	PS EXTREMADURA 323 (A) Pl:00 Pt:01	Comercial	164

REFERENCIA CATASTRAL	DIRECCIÓN	USO	SUP. CONSTRUIDA (m2)
5929731VK3752H0006KM	PS EXTREMADURA 323 (B) Pl:00 Pt:02	Residencial	89
5929731VK3752H0007LQ	PS EXTREMADURA 323 (C) Pl:00 Pt:03	Residencial	62
5929731VK3752H0008BW	PS EXTREMADURA 323 (A) Pl:01 Pt:01	Residencial	94
5929731VK3752H0009ZE	PS EXTREMADURA 323 (B) Pl:01 Pt:02	Residencial	42
5929731VK3752H0010LQ	PS EXTREMADURA 323 (B) Pl:01 Pt:03	Residencial	42
5929731VK3752H0011BW	PS EXTREMADURA 323 (C) Pl:01 Pt:04	Residencial	62

FIGURA 3. Fachada edificio Paseo Extremadura 323 afectado por la ejecución del túnel.

FIGURA 4. Fachada lateral edificio Paseo Extremadura 323 afectado por la ejecución del túnel.

— Edificio 3

En la acera sentido entrada Madrid, a la altura del PK 2+585 de traza del túnel, se encuentra el edificio situado en el Paseo de Extremadura nº 277, que se ve afectado por la ejecución de las pantallas del túnel.

La referencia catastral de la parcela catastral afectada es **5929720VK3752H**

Este edificio se encuentra fuera de la alineación de la ordenación urbanística vigente y consta de 4 locales comerciales y 4 viviendas.

A continuación, se enumera la relación de inmuebles afectados y las superficies construidas de cada uno de ellos:

REFERENCIA CATASTRAL	DIRECCIÓN	USO	SUP. CONSTRUIDA (m2)
5929720VK3752H0001PK	PS EXTREMADURA 277 Pl:00 Pt:01	Comercial	64
5929720VK3752H0002AL	PS EXTREMADURA 277 Pl:00 Pt:02	Comercial	106
5929720VK3752H0003SB	PS EXTREMADURA 277 Pl:00 Pt:03	Comercial	106
5929720VK3752H0004DZ	PS EXTREMADURA 277 Pl:00 Pt:04	Comercial	106
5929720VK3752H0005FX	PS EXTREMADURA 277 Pl:01 Pt:A	Residencial	98

REFERENCIA CATASTRAL	DIRECCIÓN	USO	SUP. CONSTRUIDA (m2)
5929720VK3752H0006GM	PS EXTREMADURA 277 Pl:01 Pt:B	Residencial	60
5929720VK3752H0007HQ	PS EXTREMADURA 277 Pl:01 Pt:C	Residencial	58
5929720VK3752H0008JW	PS EXTREMADURA 277 Pl:01 Pt:D	Residencial	76

FIGURA 5. Fachadas laterales edificio Paseo Extremadura 277 afectado por la ejecución del túnel.

FIGURA 6. Fachada edificio Paseo Extremadura 277 afectado por la ejecución del túnel.

4.26.4 Imposición de servidumbres

Se define como imposición de servidumbre, las correspondientes franjas de terreno sobre las que es imprescindible imponer una serie de gravámenes, al objeto de limitar el ejercicio del pleno dominio del inmueble. Se específica a continuación el tipo de servidumbre y sus características esenciales (aérea, subterránea, de paso, etc.).

Estas franjas de terreno adicionales a la expropiación tienen una anchura variable, en función de la naturaleza u objeto de la correspondiente servidumbre. En el presente proyecto, al tratarse de ámbito urbano se ha considerado una franja de 5 m a partir de la cara exterior de las pantallas o muros de la estructura en la margen derecha de la traza (lado sur), por la que se repondrán de forma definitiva todos los servicios afectados por la ejecución del túnel.

Dicha **imposición de servidumbres** afecta a una superficie total de **4.356,41 m²**, correspondiendo el total a terrenos catalogados como suelo urbano.

SERVIDUMBRE

Suelo urbano

Término Municipal	Privado (m²)	PMS (m²)	Otros. Sin bienes (m2)	TOTAL (m²)
MADRID	1.155,89	2.861,70	338,83	4.356,41

4.26.5 Ocupaciones temporales

Se definen de este modo aquellas franjas de terreno que resulta estrictamente necesario ocupar para llevar a cabo la correcta ejecución de las obras contenidas en el proyecto y por un espacio de tiempo determinado, generalmente coincidente con el periodo de finalización de las mismas. En el presente proyecto se ha estimado la **necesidad temporal de estas en 18 meses**.

Dichas franjas de terreno adicionales a la expropiación tienen una anchura variable según las características de la explanación, la naturaleza del terreno y del objeto de la ocupación. Dichas zonas de ocupación temporal se utilizarán, entre otros usos, principalmente para ejecución de los desvíos de tráfico, instalaciones de obra, acopios de tierra vegetal, almacenes, laboratorios, depósitos de materiales y en general para todas cuantas instalaciones o cometidos sean necesarios para la correcta ejecución de las obras contempladas.

La superficie de **Ocupación Temporal** estimada asciende a **66.633,20 m²** con el siguiente desglose según las clases de suelo:

OCUPACIÓN TEMPORAL

Suelo urbano				
Término Municipal	Privado (m²)	PMS (m²)	Otros. Sin bienes (m2)	TOTAL (m²)
MADRID	4.465,15	60.241,30	1.926,75	66.633,20

4.26.6 PLANOS PARCELARIOS

En el Apéndice Nº 2 del Anejo 17 se incluye una colección de planos parcelarios en los que se indican las zonas afectadas por la ejecución de las obras contenidas en el proyecto, cualquiera que sea su forma de afección.

Dicha colección está formada por:

- Plano de situación a escala 1/20 000 (A1)
- Plano de conjunto (planta y perfil longitudinal) a escala 1/500 (A1)
- Planos de expropiaciones a escala 1/1000 (A1)

Cada uno de los planos contiene un croquis reducido del plano guía, indicándose claramente el número de hoja al que pertenece y el nombre del Término/s Municipal/es que comprende.

Los referidos planos de expropiaciones se confeccionan sobre la base cartográfica realizada exprofeso para la redacción del proyecto, realizándose la correspondiente identificación catastral de las parcelas afectadas y sus propietarios con la ayuda de los planos catastrales del Centro de Gestión Catastral, y de la investigación sobre el terreno y los trabajos de campo realizados.

Los planos parcelarios se han confeccionado a escala 1/1.000 (original A-1), suficiente como para permitir identificar la posición de las parcelas en el terreno y efectuar mediciones fiables tanto de la longitud de linderos o distancias como de la superficie de las parcelas.

Asimismo, se han grafiado las parcelas catastrales con indicación de su número de orden (compuesto por su código provincial, código municipal y numeración de cada una de las parcelas afectadas dentro del municipio de Madrid), referencia catastral o polígono, parcela y manzana catastral, en su caso. Igualmente se delimitan con tramas diferentes, los diversos tipos de afección, expropiación, servidumbre y ocupación temporal, que gravitan sobre la parcela.

En general las parcelas catastrales se delimitan en toda su extensión, al objeto que, del examen del plano, se pueda deducir el tipo y la forma de afección en relación con el resto de parcela no afectada.

Se han delimitado con manchas de diferente color los diversos tipos de afección: la expropiación de color verde, la imposición de servidumbres de color naranja y las ocupaciones temporales de color violeta. Dichos colores no ocultan los detalles topográficos ni de representación de la obra.

4.26.7 Criterios de peritación y valoración de los bienes y derechos afectados

4.26.7.1 Metodología

De la consideración de los parámetros “Socioeconómicos” que gravitan sobre los diferentes terrenos y derechos afectados por el proyecto, juntamente con las características intrínsecas, agronómicas y urbanísticas de las fincas que se pretenden valorar, así como de la legislación específica de valoración en materia de expropiación forzosa, se estima:

A. Valoración del Suelo

Los parámetros apuntados anteriormente se han de aplicar y armonizar de conformidad con el Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.

A los efectos de expropiación, las valoraciones de suelo se efectuarán con arreglo a los criterios establecidos en el **Título V** del citado Real Decreto Legislativo, cualquiera que sea la finalidad que la motive y la legislación, urbanística o de otro carácter, que la legitime. Las valoraciones, cuando se aplique la expropiación forzosa, se entenderán referidas al momento de iniciación del expediente de justiprecio individualizado, según se indica en el Art. 34 del RDL 7/2015. Ámbito del régimen de valoraciones.

Según el Art. 35 del RDL 7/2015 los criterios generales para la valoración de inmuebles son los siguientes:

1. El valor del suelo corresponde a su pleno dominio, libre de toda carga, gravamen o derecho limitativo de la propiedad.
2. El suelo se tasará en la forma establecida en los artículos siguientes, según su situación y con independencia de la causa de la valoración y el instrumento legal que la motive.

   Este criterio será también de aplicación a los suelos destinados a infraestructuras y servicios públicos de interés general supramunicipal, tanto si estuvieran previstos por la ordenación territorial y urbanística como si fueran de nueva creación, cuya valoración se determinará según la situación básica de los terrenos en que se sitúan o por los que discurren de conformidad con lo dispuesto en esta Ley.

   En el suelo urbanizado, las edificaciones, construcciones e instalaciones que se ajusten a la legalidad se tasarán conjuntamente con el suelo en la forma prevista en el apartado 2 del artículo 37.

   Se entiende que las edificaciones, construcciones e instalaciones se ajustan a la legalidad al tiempo de su valoración cuando se realizaron de conformidad con la ordenación urbanística y el acto administrativo legitimante que requiriesen, o han sido posteriormente legalizadas de conformidad con lo dispuesto en la legislación urbanística.

La valoración de las edificaciones o construcciones tendrá en cuenta su antigüedad y su estado de conservación. Si han quedado incursas en la situación de fuera de ordenación, su valor se reducirá en proporción al tiempo transcurrido de su vida útil.

3. La valoración de las concesiones administrativas y de los derechos reales sobre inmuebles, a los efectos de su constitución, modificación o extinción, se efectuará con arreglo a las disposiciones sobre expropiación que específicamente determinen el justiprecio de los mismos; y subsidiariamente, según las normas del derecho administrativo, civil o fiscal que resulten de aplicación.

Valor del Suelo Urbanizado (Art. 37, del RDL 7/2015):

1. Para la valoración del suelo urbanizado que no está edificado, o en que la edificación existente o en curso de ejecución es ilegal o se encuentra en situación de ruina física:

   a) Se considerarán como uso y edificabilidad de referencia los atribuidos a la parcela por la ordenación urbanística, incluido en su caso el de vivienda sujeta a algún régimen de protección que permita tasar su precio máximo en venta o alquiler.

   b) Si los terrenos no tienen asignada edificabilidad o uso privado por la ordenación urbanística, se les atribuirá la edificabilidad media y el uso mayoritario en el ámbito espacial homogéneo en que por usos y tipologías la ordenación urbanística los haya incluido.

   c) Se aplicará a dicha edificabilidad el valor de repercusión del suelo según el uso correspondiente, determinado por el método residual estático.

   d) De la cantidad resultante de la letra anterior se descontará, en su caso, el valor de los deberes y cargas pendientes para poder realizar la edificabilidad prevista.

2. Cuando se trate de suelo edificado o en curso de edificación, el valor de la tasación será el superior de los siguientes:

   a) El determinado por la tasación conjunta del suelo y de la edificación existente que se ajuste a la legalidad, por el método de comparación, aplicado exclusivamente a los usos de la edificación existente o la construcción ya realizada.

   b) El determinado por el método residual del apartado 1 de este artículo, aplicado exclusivamente al suelo, sin consideración de la edificación existente o la construcción ya realizada.

3. Cuando se trate de suelo urbanizado sometido a actuaciones de reforma o renovación de la urbanización, el método residual a que se refieren los apartados anteriores considerará los usos y edificabilidades atribuidos por la ordenación en su situación de origen.

Asimismo, se tendrá en cuenta la Disposición Transitoria Tercera en los siguientes apartados:

1. Las reglas de valoración contenidas en el Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, Texto Refundido de la Ley del Suelo, serán aplicables en todos los expedientes incluidos en su ámbito material de aplicación que se inicien a partir de la entrada en vigor de la Ley 8/2007, de 28 de mayo, de Suelo.

2. Se exceptúan de la aplicación de las reglas de valoración previstas en esta ley, exclusivamente los terrenos en los que, a la entrada en vigor de la Ley 8/2007, concurran de forma cumulativa las tres circunstancias siguientes:

   a) Que formasen parte del suelo urbanizable incluido en ámbitos delimitados para los que el planeamiento hubiera establecido las condiciones para su desarrollo.

   b) Que existiese una previsión expresa sobre plazos de ejecución en el planeamiento, o en la legislación de ordenación territorial y urbanística.

   c) Que en el momento a que deba entenderse referida la valoración, no hubieran vencido los plazos para dicha ejecución o, si hubiesen vencido, fuese por causa imputable a la Administración o a terceros.

Dichos terrenos se valorarán conforme a las reglas establecidas en la Ley 6/1998, de 13 de abril, sobre Régimen de Suelo y Valoraciones, tal y como quedaron redactadas por la Ley 10/2003, de 20 de mayo.

B. Valoración del Suelo e Instalaciones Afectadas

Conforme a las previsiones del Art. 35.3 de RDL 7/2015 las edificaciones, construcciones e instalaciones, los sembrados y las plantaciones en el suelo rural, se tasarán con independencia de los terrenos siempre que se ajusten a la legalidad al tiempo de la valoración, sean compatibles con el uso o rendimiento considerado en la valoración del suelo y no hayan sido tenidos en cuenta en dicha valoración por su carácter de mejoras permanentes.

En suelo urbanizado, las edificaciones, construcciones e instalaciones que se ajusten a la legalidad se tasarán conjuntamente con el suelo en la forma prevista en el apartado 2 del artículo 37.

Se entiende que las edificaciones, construcciones e instalaciones se ajustan a la legalidad al tiempo de su valoración cuando se realizaron de conformidad con la ordenación urbanística y el acto administrativo legitimante que requiriesen, o han sido posteriormente legalizadas de conformidad con lo dispuesto en la legislación urbanística.

La valoración de las edificaciones o construcciones tendrá en cuenta su antigüedad y su estado de conservación. Si han quedado incursas en la situación de fuera de ordenación, su valor se reducirá en proporción al tiempo transcurrido de su vida útil.

C. Valoración de las Servidumbres

Se valoran en función del tipo de gravamen o grado de limitación del pleno dominio impuesto sobre el bien o parcela afectada. En general se ha valorado teniendo en cuenta la diferencia entre valor en venta que poseía la parcela inicialmente a la imposición de la servidumbre y el valor en venta que poseerá como consecuencia de la carga o gravamen que se pretende imponer. En consecuencia, en atención al gravamen que supone a la finca, se viene considerando el valor de dicha imposición en un rango entre el 40 % y 60 % del valor de la propiedad.

D. Valoración de las Ocupaciones Temporales

Su tasación se realizará de conformidad con lo establecido en el Art. 115 y siguientes de la Ley de Expropiación Forzosa, es decir "... Se referirán siempre a la apreciación de los rendimientos que el propietario haya dejado de percibir por las rentas vencidas durante la ocupación, sumando, además los perjuicios estimados que se causen a la finca o los gastos que supongan restituirla a su estado primitivo ...", obviamente con la salvedad de que los perjuicios irrogados en ningún caso puedan ser superiores al valor del bien.

Teniendo en cuenta la duración prevista de las obras, se ha estimado que la indemnización correspondiente a la ocupación temporal de los terrenos incluidos en Suelo rural se debe valorar en el 10% del valor del terreno afectado por cada año de ocupación del mismo. Al valor calculado por ocupación del suelo se le añade el 100% del valor del vuelo.

En el caso de terrenos incluidos en Suelo Urbanizado, se estima en un 2% del valor de los terrenos ocupados temporalmente, que equivale al establecido por la Ley de Impuestos Patrimoniales y Actos Jurídicos Documentados para la valoración de usufructos temporales.

4.26.7.2 Precios unitarios

Se obtienen en aplicación de la metodología de valoración expuesta y en atención al examen del trazado proyectado en cuanto a los siguientes parámetros y características:

A. Las condiciones agronómicas, litológicas y topográficas.

B. Los planes urbanísticos vigentes en las diversas comarcas y municipios afectados.

C. De la prospección del mercado.

D. Del estudio y comparación con otras expropiaciones realizadas en la zona, tanto por el Estado, Comunidades Autónomas, Provincias o Municipios, como de otras Entidades o Empresas públicas (ADIF, FEVE, Gas, Redes Eléctricas, Autopista, etc.).

4.26.7.3 Valoración de los bienes y derechos afectados

De la aplicación de los precios unitarios adoptados a las superficies afectadas para los diferentes tipos de aprovechamiento y demás circunstancias, se han obtenido los valores parciales y totales de dichas afecciones, obteniendo un coste de las expropiaciones e indemnizaciones de CUATRO MILLONES TRESCIENTOS TREINTA Y TRES MIL QUINIENTOS OCHENTA CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS (4.333.580,91 €).

HA DE SIGNIFICARSE DE MODO EXPRESO, QUE LA CANTIDAD DETERMINADA ANTERIORMENTE ES EXCLUSIVAMENTE PARA USO Y CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN, Y QUE NECESARIA E INELUDIBLEMENTE HABRÁ DE AJUSTARSE Y CONCRETARSE, DE CONFORMIDAD CON EL MANDATO Y JURISPRUDENCIA CONSTITUCIONAL, EN CADA CASO Y PARA CADA FINCA AFECTADA, EN EL PRECEPTIVO EXPEDIENTE EXPROPIATORIO QUE FORZOSA Y NECESARIAMENTE HABRÁ DE INCOARSE.

CUADRO ESTIMADO DE VALORACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS POR EL SOTERRAMIENTO DE PARTE DE LA A-5

DATOS										VALORACIÓN					
Nº ORDEN	REF. CATASTRAL	OBSERVACIONES	SUPERFICIES AFECTADAS			SECTOR DE VALORACIÓN (BARRIO)	VRS (Estimado) año 2022 €/m2c	EDIFICABILIDAD m2c/m2s	VALOR UNITARIO /m2s	IMPORTES INDEMNIZACIÓN			OTROS CONCEPTOS	5% AFECCIÓN S/ EXPROP	IMPORTE TOTAL DE VALORACIÓN CON 5% DE AFECCIÓN
			EXPROP.	OCUP. TEMP	SERV.					EXPROP.	OCUP. TEMP	SERVID. (25%)			
28-079-003	4214501VK3741F	INSTALACIONES MILITARES CAMP.	384,47	0,00	0,00	CAMPAMENTO	742,29	0,62	191,20	73.508,61	0,00	0,00	0,00	3.675,43	77.184,05
28-079-008	4718701VK3741H	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	CAMPAMENTO	742,29								0,00
28-079-009	47215Z9VK3742B		0,00	0,00	0,00	CAMPAMENTO	742,29	0,02	14,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28-079-011	5022210VK3752C		15,01	27,78	32,08	ALUCHE	742,29	0,02	14,85	222,89	61,86	119,05	0,00	11,14	414,93
28-079-012	4820101VK3742B	MAYORITARIAMENTE MUNICIPAL	0,47	34,63	14,91	ALUCHE	742,29	0,02	14,85	6,92	77,13	55,34	0,00	0,35	139,74
28-079-014	50241Z9VK3752C		20,58	160,60	18,20	CAMPAMENTO	742,29	0,02	14,85	305,48	357,63	67,54	0,00	15,27	745,92
28-079-015	47255Z8VK3742F	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	CAMPAMENTO	742,29								0,00
28-079-016	5124705VK3752C	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	ALUCHE	742,29								0,00
28-079-017	5902502VK3753D	FINCA DEL CANAL ISABEL II	2,54	153,51	63,18	CAMPAMENTO	467,64	0,41	193,12	490,78	4.446,84	3.050,07		24,54	8.012,23
28-079-018	51247Z9VK3752C	MAYORITARIAMENTE MUNICIPAL	0,00	967,63	41,74	ALUCHE	742,29	0,02	14,85	0,00	2.154,78	154,92	0,00	0,00	2.309,70
28-079-019	5124701VK3752C	MAYORITARIAMENTE MUNICIPAL	0,00	54,47	0,00	ALUCHE	742,29	0,02	14,85	0,00	121,29	0,00	0,00	0,00	121,29
28-079-020	5526702VK3752F	MAYORITARIAMENTE MUNICIPAL	0,00	849,89	0,00	ALUCHE	742,29	0,02	14,85	0,00	1.892,59	0,00	0,00	0,00	1.892,59
28-079-021	5526717VK3752F	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	1.207,19	0,00	414,64	ALUCHE	742,29	0,02	14,85	24,14	0,00	1.538,92		1,21	1.564,27
28-079-022	5528303VK3752H	GASOLINERA Pº EXTREMADURA 298	51,69	17,27	0,00	LUCERO	557,64	0,24	136,55	7.058,78	353,83	0,00		352,94	7.765,55
28-079-023	5526716VK3752F		294,29	0,00	131,27	ALUCHE	742,29	1,4	1.039,20	305.824,23	0,00	34.103,06	0,00	15.291,21	355.218,51
28-079-024	5526715VK3752F		0,00	0,00	41,57	ALUCHE	742,29			0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
28-079-025	5902503VK3753D	ROTONDA EXISTENTE DESDE 1965	0,00	0,00	0,00	LUCERO	885,14								0,00

DATOS										VALORACIÓN					
Nº ORDEN	REF. CATASTRAL	OBSERVACIONES	SUPERFICIES AFECTADAS			SECTOR DE VALORACIÓN (BARRIO)	VRS (Estimado) año 2022 €/m2c	EDIFICABILIDAD m2c/m2s	VALOR UNITARIO /m2s	IMPORTES INDEMNIZACIÓN			OTROS CONCEPTOS	5% AFECCIÓN S/ EXPROP	IMPORTE TOTAL DE VALORACIÓN CON 5% DE AFECCIÓN
			EXPROP.	OCUP. TEMP	SERV.					EXPROP.	OCUP. TEMP	SERVID. (25%)			
28-079-026	5526701VK3752F	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	ALUCHE	742,29								0,00
28-079-027	5526718VK3752F	MAYORITARIAMENTE MUNICIPAL	0,80	247,69	3,31	ALUCHE	742,29	0,02	14,85	11,92	551,56	12,30	0,00	0,60	576,37
28-079-028	55267Z7VK3752F	MAYORITARIAMENTE MUNICIPAL	0,00	343,83	0,00	ALUCHE	742,29	0,02	14,85	0,00	765,66	0,00	0,00	0,00	765,66
28-079-030	55267Z9VK3752F	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	ALUCHE	742,29								0,00
28-079-031	5929732VK3752H		164,30	0,00	0,00	LUCERO	885,14	1,12	991,36	162.885,34	0,00	0,00	0,00	8.144,27	171.029,61
28-079-032	5929736VK3752H	MAYORITARIAMENTE MUNICIPAL	274,00	0,00	0,00	LUCERO	885,14	0,2	177,03	48.506,36	0,00	0,00	0,00	2.425,32	50.931,68
28-079-033	5929731VK3752H		594,94	0,00	0,00	LUCERO	885,14	0,93	825,72	491.254,29	0,00	0,00	0,00	24.562,71	515.817,00
28-079-034	5929734VK3752H	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	LUCERO	885,14								0,00
28-079-035	57308Z8VK3753B	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	LUCERO	885,14	0,02	17,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28-079-036	5929729VK3752H	MAYORITARIAMENTE MUNICIPAL	307,54	0,00	0,00	LUCERO	885,14	0,2	177,03	54.444,12	0,00	0,00	0,00	2.722,21	57.166,33
28-079-037	59297Z9VK3752H		280,15	0,00	187,13	LUCERO	885,14	1,50	1.327,71	371.959,73	0,00	62.113,30	0,00	0,00	434.073,03
28-079-037b	5929737VK3752H		0,00	1.194,46	0,00	LUCERO	885,14	1,50	1.327,71	0,00	237.885,12	0,00	0,00	0,00	237.885,12
28-079-038	61319Z9VK3763A		0,00	267,64	3,58	LUCERO	885,14	0,02	17,70	0,00	710,71	15,86	0,00	0,00	726,57
28-079-039	5929720VK3752H	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	LUCERO	713,71	1,50	1.070,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28-079-040	5929719VK3752H		75,83	175,76	65,35	LUCERO	885,14	1,50	1.327,71	100.684,80	35.004,69	0,00	0,00	5.034,24	140.723,73
28-079-041	6232603VK3763A		42,66	48,86	0,00	LUCERO	885,14	0,02	17,70	755,28	129,76	0,00	0,00	37,76	922,80
28-079-042	5929701VK3752H		0,00	0,00	0,00	LUCERO	885,14	1,50	1.327,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28-079-043	5929702VK3752H	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	LUCERO	885,14	1,50	1.327,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28-079-044	5929703VK3752H	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	LUCERO	885,14	1,50	1.327,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

DATOS										VALORACIÓN					
Nº ORDEN	REF. CATASTRAL	OBSERVACIONES	SUPERFICIES AFECTADAS			SECTOR DE VALORACIÓN (BARRIO)	VRS (Estimado) año 2022 €/m2c	EDIFICABILIDAD m2c/m2s	VALOR UNITARIO /m2s	IMPORTES INDEMNIZACIÓN			OTROS CONCEPTOS	5% AFECCIÓN S/ EXPROP	IMPORTE TOTAL DE VALORACIÓN CON 5% DE AFECCIÓN
			EXPROP.	OCUP. TEMP	SERV.					EXPROP.	OCUP. TEMP	SERVID. (25%)			
28-079-045	5929735VK3752H	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	LUCERO	885,14	1,50	1.327,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28-079-046	64338Z9VK3763C	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	LUCERO	885,14	1,80	1.593,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28-079-047	64319Z9VK3763A		586,98	1.129,60	297,30	LUCERO	885,14	1,50	1.327,71	779.337,81	224.968,77	0,00	0,00	0,00	1.004.306,59
28-079-048	6733613VK3763D		0,00	0,00	0,46	LUCERO	885,14	1,50	1.327,71	0,00	0,00	153,63	0,00	0,00	153,63
28-079-049	6834309VK3763D		0,00	165,72	0,00	LUCERO	885,14	1,80	1.593,26	0,00	39.606,26	0,00	0,00	0,00	39.606,26
28-079-049bis	6834309VK3763D		1,71	56,47	13,96	LUCERO	885,14	1,80	1.593,26	2.718,37	13.496,29	5.561,73	0,00	135,92	21.912,31
28-079-050	6834308VK3763D		44,91	8,24	52,83	LUCERO	885,14	1,80	1.593,26	71.555,28	1.968,20	21.041,15	0,00	3.577,76	98.142,40
28-079-051	6834307VK3763D		9,65	89,10	21,38	LUCERO	885,14	1,80	1.593,26	15.378,93	21.293,72	8.516,23	0,00	768,95	45.957,83
28-079-052	68343Z9VK3763D	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	LUCERO	885,14	1,80	1.593,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28-079-053	6834306VK3763D	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	LUCERO	885,14	1,80	1.593,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28-079-054	68343Z8VK3763D		9,68	397,08	38,51	LUCERO	885,14	1,80	1.593,26	15.429,16	94.898,08	15.337,12	0,00	771,46	126.435,81
28-079-056	7036105VK3773E	SANIDAD Y BENEFICENCIA (RESIDENCIA)	85,76	1,64	52,99	LUCERO	557,64	0,73	407,08	34.910,98	99,98	5.392,73		1.745,55	42.149,24
28-079-057	7036104VK3773E	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	LUCERO	885,14	0,02	17,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28-079-059	5929704VK3752H	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	LUCERO	885,14	1,50	1.327,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28-079-060	5929705VK3752H	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	LUCERO	885,14	1,50	1.327,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28-079-061	5929706VK3752H	ES MUNICIPAL	0,00	0,00	0,00	LUCERO	885,14	1,50	1.327,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALES			**4.455,17**	**6.391,89**	**1.494,39**					2.537.274,22	680.844,75	157.232,95		69.298,83	3.444.650,76

0,00

INDENIZACIÓN POR EXTINCIÓN POSIBLES DERECHOS ARRENDAMIENTO	200.000,00
PARTIDA ALZADA POR IMPREVISTOS (20% s/ Suma)	688.930,15
IMPORTE TOTAL ESTIMADO	**4.333.580,91 €**

SECTORES DE VALORACIÓN (BARRIOS)	Vmercado est	€/m2c	V constr	V rep suelo
SECTOR A - CAMPAMENTO	2.400,00	€/m2c	972,00	742,29
SECTOR B - ALUCHE	2.400,00	€/m2c	972,00	742,29
SECTOR C- LUCERO	2.600,00	€/m2c	972,00	885,14

(aplicación de formulación conforme al art 22 R.D. 1492/2011)

PERIODO EST OCUPACION TEMPORAL	1,5

4.26.8 Bienes y derechos afectados

4.26.8.1 Determinación de los bienes y derechos afectados

A los efectos que establece el artículo 17 de la vigente Ley de Expropiación Forzosa de 16 de Diciembre de 1954 y concordantes con su Reglamento de 26 de Abril de 1957, se elabora la preceptiva relación concreta e individualizada, en la que se describen todos los aspectos materiales y jurídicos de los bienes o derechos que se consideran de necesaria expropiación.

Dicha Relación de Bienes y Derechos afectados comprende, de forma ordenada y a modo de resumen, todas las fincas o parcelas catastrales afectadas, indicando si es una ocupación provisional o definitiva, con expresión de los siguientes datos:

- Número de orden en el expediente expropiatorio.
- Número de referencia catastral
- Identificación catastral del polígono y parcela.
- Número del plano parcelario del proyecto en el que se encuentra la finca.
- Extensión o superficie de la finca completa y de la parte de la misma que sea objeto de expropiación, incluyendo todos los bienes y derechos que sean indemnizables.
- Régimen urbanístico del suelo y calificación según cultivos, en su caso.

La información necesaria para la preparación de la referida relación se ha obtenido a través de la información pública que se encuentra en la Sede electrónica del Catastro.

En esta fase de proyecto no se dispone de la información de los propietarios de las parcelas que debe facilitar el promotor, y por tanto únicamente se reconoce como parcelas de dominio público las pertenecientes al viario, pues se desconoce si la titularidad de las parcelas destinadas a zonas verdes es del Ayuntamiento o tienen otros titulares. Por tanto, se han tenido en cuenta y por consiguiente se citan en la relación de bienes o derechos afectados, aquellas parcelas o derechos pertenecientes al Estado, Comunidad Autónoma, Provincia, Municipio o cualquier otro Organismo o Empresa Pública que no sean Vía de Comunicación de dominio público.

Estas parcelas, dada su naturaleza jurídica de bien público, goza de la condición de utilidad pública y en consecuencia no deben ser expropiadas, a menos que exprofeso se declarare la prevalencia de la utilidad pública. No obstante, dicha inclusión se considera necesaria puesto que, en cada caso, previa declaración de compatibilidad, se tendrá que armonizar y acometer, en su caso, la reposición del servicio o finalidad pública y establecimiento de las condiciones técnicas que comporta dicha restitución.

4.26.9 Relación concreta e individualizada de los bienes y derechos afectados por municipios

Se incluye en el Apéndice 1 la preceptiva relación concreta e individualizada de los Bienes y Derechos que se consideran de necesaria expropiación.

Todos los terrenos afectados están clasificados como Suelo Urbano.

Debe significarse que resultan afectadas 5 edificaciones en suelo urbanizado (viviendas).

4.26.10 Planos de expropiaciones

Se incluye en el Apéndice nº2 del presente anejo una colección de planos parcelarios en los que se indican las zonas afectadas por la ejecución de las obras contenidas en el proyecto, cualquiera que sea su forma de afección.

Dicha colección está formada por:

- Plano de situación a escala 1/20 000 (A1)
- Plano de conjunto (planta y perfil longitudinal) a escala 1/500 (A1)
- Planos de expropiaciones a escala 1/1000 (A1)
- Planos de expropiaciones con ortofotomapa a escala 1/1000 (A1)

4.26.11 Fichas individualizadas de fincas, construcciones y servicios afectados

Toda parcela afectada por el proyecto lleva asociada una ficha en la cual se hace constar:

- Los datos del titular actual, su domicilio, todos los titulares de derechos viales sobre la parcela, arrendatarios, aparceros, inquilinos, usufructuarios, censatarios, etc...
- Bienes afectados: aprovechamiento existente (puede o no coincidir con los que figuran catastrados).
- Características y estado de las construcciones afectadas, croquis acotados y fotos representativas de las mismas.
- Superficies de ocupación (expropiación, servidumbre y ocupación) diferenciando entre suelo privado y público municipal.

NOTA: en las fichas individualizadas se han incluido tanto las parcelas de la titularidad privada como de titularidad pública municipal, la cuales no suponen un coste de expropiación. Así mismo, dado que hay parcelas que comparten suelo privado y público municipal, se ha diferenciado este aspecto en las superficies de ocupación.

En el Apéndice nº 3 del Anejo 17, se incluyen las fichas de las parcelas afectadas por el trazado proyectado.

4.27 GESTIÓN DE RESIDUOS

En cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (de aquí en adelante RCD), se incluye en el Anejo 18 el Estudio de Gestión de RCD.

El ámbito de aplicación de este Real Decreto (artículo 3) serán los residuos de construcción y demolición definidos como cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo con la definición de residuos incluida en la *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular*, se genere en una obra de construcción y demolición (artículo 2), con excepción de las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

Por lo tanto, este proyecto queda incluido en el ámbito de aplicación de este Real Decreto, ya que tiene por objeto la construcción del Paseo Verde del Suroeste mediante el soterramiento de la A-5, en cuya ejecución se generarán residuos debido a la demolición de estructuras, así como por los sobrantes de materiales de construcción.

Además de los requerimientos prescritos en materia de residuos, dicha normativa establece que el productor tiene una serie de obligaciones entre las que destaca la necesidad de incluir en el Proyecto de Construcción un Estudio de los RCD (incluido en el Anejo 18), con el contenido mínimo descrito en el artículo 4.1.a) del Real Decreto 105/2008:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, o norma que la sustituya.
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos.
- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

4.28 ESTUDIO DEL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES

4.28.1 Objeto y alcance

En el marco de la actuación del soterramiento de la A5, es voluntad del Ayuntamiento de Madrid **evaluar la viabilidad técnico-económica de incorporar sistemas de generación de energía con fuente renovable.** El *Estudio de implementación de sistemas de generación de energías renovables*, incluido en el Anejo Nº17, da respuesta a este requerimiento.

El reto que se plantea es buscar la sostenibilidad energética de la infraestructura de forma global, implementando soluciones para la optimización de los recursos energéticos de la infraestructura proyectada. Para alcanzar la sostenibilidad energética, el objetivo es lograr que el balance energético de la infraestructura en fase de explotación sea 0, lo que supone que el consumo energético anual asociado a la infraestructura se pueda compensar, en su totalidad, por la energía generada anualmente gracias al aprovechamiento de fuentes de energía renovable que se podrían instalar en el espacio proporcionado por la nueva infraestructura.

Con todo, el alcance del estudio es el siguiente:

- Estimación del requerimiento energético de la infraestructura.
- Estudio preliminar del uso de energía térmica. Propuesta de termoactivación de las pantallas del túnel.
- Estudio preliminar del uso de energía fotovoltaica:
  - Análisis del recurso solar
  - Configuración de la instalación fotovoltaica
  - Coste estimado de la instalación fotovoltaica

4.28.2 Estimación del requerimiento energético de la infraestructura

El punto de partida del análisis es establecer el requerimiento energético total de la infraestructura proyectada, considerando contabilizar el consumo de los diferentes equipos.

Para la estimación de consumos del proyecto, se ha realizado un cálculo de la demanda energética prevista durante la fase de explotación del túnel. Se ha divido el consumo previsto en tres periodos correspondientes a las 150 horas de máxima demanda anual, a la demanda en régimen de servicio normal y a la demanda en horas de menor consumo. Cabe reseñar que el sistema de más energía consume es la

ventilación y su régimen de funcionamiento depende de la intensidad de vehículos que circulan por el túnel.

Según los datos obtenidos adjuntos en la siguiente tabla se estima un consumo total de **14.235.967 kW·h** al año.

	Consumo (kW·h)	Total horas/año	Consumo (kW·h). año	Horas/año
Demanda prevista durante al menos 100 horas al año	3.002	150	450.312	IMH_{100}
Demanda prevista servicio normal	1.848	6.810	12.585.944	19 horas/día
Demanda prevista mínimo consumo	667	1.800	1.199.711	5 horas/día
		Total	14.235.967	

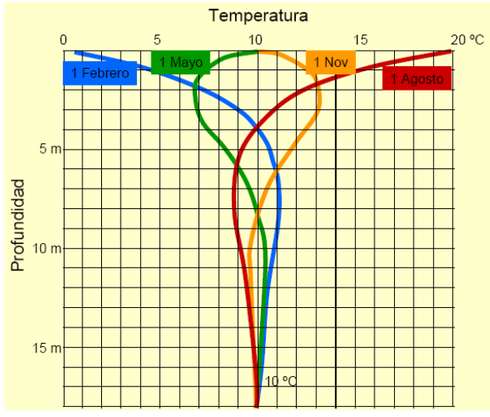
4.28.2.1 Estudio preliminar energía geotérmica

Debido a que la cimentación del túnel se ejecutará mediante una solución de pantallas profundas, se propone la activación de las mismas mediante la instalación de sondas geotérmicas ancladas a su armadura para poder aprovechar la energía geotérmica que proporciona el terreno y proporcionar así potencia de climatización a los edificios adyacentes a la traza del túnel.

4.28.2.2 Principio de funcionamiento

La energía geotérmica de baja entalpía basa su principio en la capacidad que tiene la tierra para acumular el calor procedente del sol, manteniendo una temperatura prácticamente constante a lo largo del año a partir de determinada profundidad.

Los sistemas de bomba de calor aprovechan esta gran inercia térmica del terreno para generar frío o calor. En invierno, el terreno está más caliente que el aire por lo que se incrementa la eficiencia de la bomba de calor. En verano ocurre algo similar: se está cediendo calor al exterior, y como el terreno está más frío que el aire admite mejor esta cantidad de calor, por lo que se aumenta la eficiencia de la bomba de calor.



Evolución de la temperatura en el terreno en función de la profundidad

Las principales características de las instalaciones de bomba de calor geotérmica son las siguientes:

- Es un sistema de climatización mucho más eficiente que los del resto del mercado, que además posee otras ventajas competitivas:
  - Disminución de ruido respecto a los sistemas de climatización exteriores (una bomba de calor agua-agua tiene un nivel sonoro un 25% inferior aproximadamente que una bomba de calor aire-agua).
  - Integración arquitectónica (no es necesario instalar elementos en fachada o en cubierta).
  - Eliminación de riesgos para la salud (elimina las torres de refrigeración y por tanto el riesgo de legionelosis).
  - Durabilidad (con una vida media de los elementos enterrados de 50 años y de la bomba de calor de 25).
  - Disminución de las emisiones de CO_2, asociadas a la disminución del consumo energético.
  - Bajo coste de mantenimiento y explotación.
  - Todos los elementos que componen el producto se encuentran en una fase tecnológica madura.

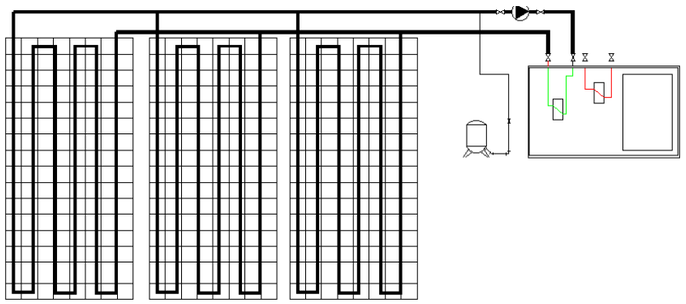
Las cimentaciones termoactivas (pilotes y pantallas) permiten obtener todas estas ventajas con una mínima inversión en comparación con las instalaciones geotérmicas verticales.

4.28.2.3 Intercambiador geotérmico: Pantalla termoactiva

La **"pantalla termoactiva"** cumple una **labor estructural** (función resistente) con la capacidad de llevar a cabo el **intercambio geotérmico** (función térmica) con el subsuelo y el agua subterránea mediante la instalación de sondas geotérmicas en la armadura de la pantalla a modo de serpentín. Las sondas geotérmicas aprovechan la propiedad del terreno de mantener una temperatura constante a partir de

una cierta profundidad (ver figura anterior) posibilitando el funcionamiento de las bombas de calor contra este foco de temperatura de una manera mucha más eficiente que los sistemas convencionales.

La bomba de calor se conectará a través de un colector a las pantallas termoactivas según el siguiente esquema.

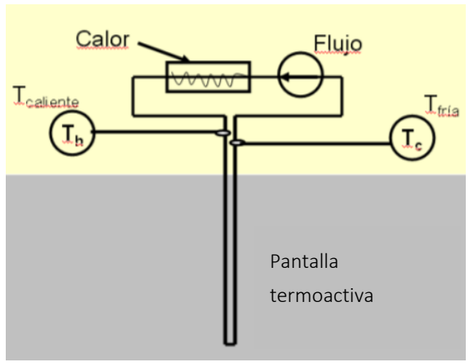


Esquema conexión pantallas termoactivas a la bomba de calor

El fluido que transportarán las sondas geotérmicas será agua pura que será bombeada mediante grupos hidráulicos.

4.28.2.4 Caracterización térmica de la pantalla

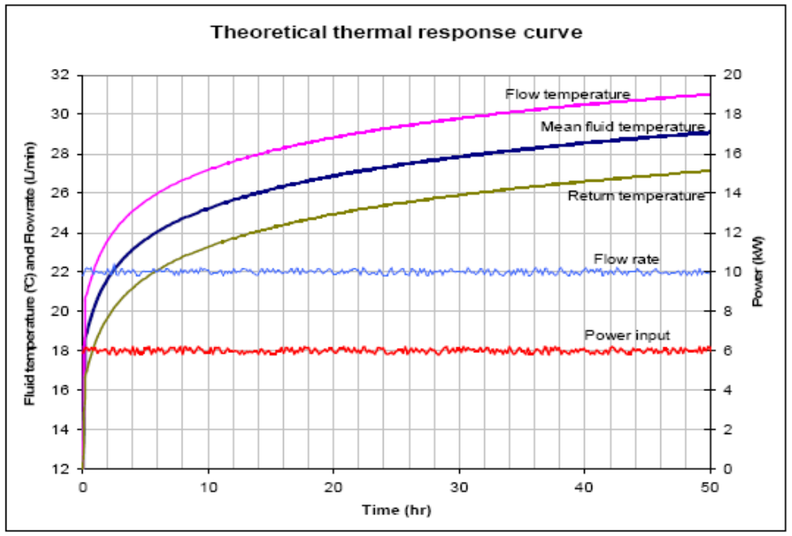
Para poder estimar el potencial geotérmico de las futuras pantallas del túnel será necesario realizar una serie de ensayos de caracterización térmica de las mismas. Estos ensayos consistirán en la inyección y extracción de varios pulsos de calor con una duración de tiempo determinada analizando la evolución de temperaturas de la entrada y la salida de los colectores geotérmicos. El ensayo se realizará en obra sobre un pilote ejecutado in situ que contendrá la sonda geotérmica definida, así se obtendrán resultados equivalentes a los que se obtendrán de la instalación en servicio. Para caracterizar mejor el terreno y su capacidad térmica se deberán realizar diferentes ensayos a lo largo de la traza del túnel.



Esquema realización caracterización térmica de la pantalla

A partir de los ensayos se podrá analizar el comportamiento térmico de la pantalla y determinar la capacidad de absorción o extracción de calor en el terreno. Con los datos experimentales se establecerá un modelo matemático que permita diseñar sistemas geotérmicos de pantallas.

En la siguiente figura se muestran los resultados que se obtendrán en la caracterización térmica de la pantalla. Se deberán obtener datos cada intervalo de tiempo determinado, los datos obtenidos (temperaturas, caudales, salto térmico) se analizarán y se compararán con el modelo matemático creado para validarlo.



Evolución de las temperaturas de entrada y salida del colector mediante pulso de inyección

Es importante establecer tiempos de espera entre la ejecución de la pantalla y su posterior caracterización térmica para que el fraguado del hormigón no produzca errores en los datos obtenidos.

4.28.3 Capacidad térmica de las pantallas

Una vez realizados los ensayos de caracterización térmica de las pantallas proyectadas se podrá establecer la capacidad térmica de la pantalla y con ello estimar la potencia de climatización disponible.

Considerando las características geotécnicas de la zona, podemos estimar un ratio de disipación del terreno de 15 W/m a confirmar con el ensayo de caracterización térmica de la pantalla. Debido la disposición de los conductos en el interior del pilote en forma helicoidal y a que solo la mitad del perímetro del mismo está en contacto con el terreno estimaremos para realizar los cálculos de la potencia disponible un ratio de eficiencia del 50% a confirmar con los ensayos de campo.

Se prevé la instalación de 321.002 metros de tubería de polietileno reticulado a alta presión (PE-Xa) de diámetro 25mm. en el interior de los pilotes laterales del túnel, de los cuales 249.958 metros se

consideran útiles para la realización del intercambio térmico con el terreno. Se descarta la instalación del sistema de intercambio en la pantalla central dado que no está en contacto con el terreno y su capacidad de disipación térmica será escasa. Si tomamos la ratio de disipación de 7,5 W/m (considerando una eficiencia del 50%) obtenemos una potencia total de disipación instalada de 1.875 kWh, lo que proporcionaría una potencia disponible para refrigeración de 1.403 kWh y unos 2.340 kWh para calefacción aproximadamente. Estos datos podrían variar en función de la bomba de calor utilizada. Este valor quedará determinado con las realizaciones de los ensayos correspondientes y el posterior diseño mediante el modelo matemático generado.

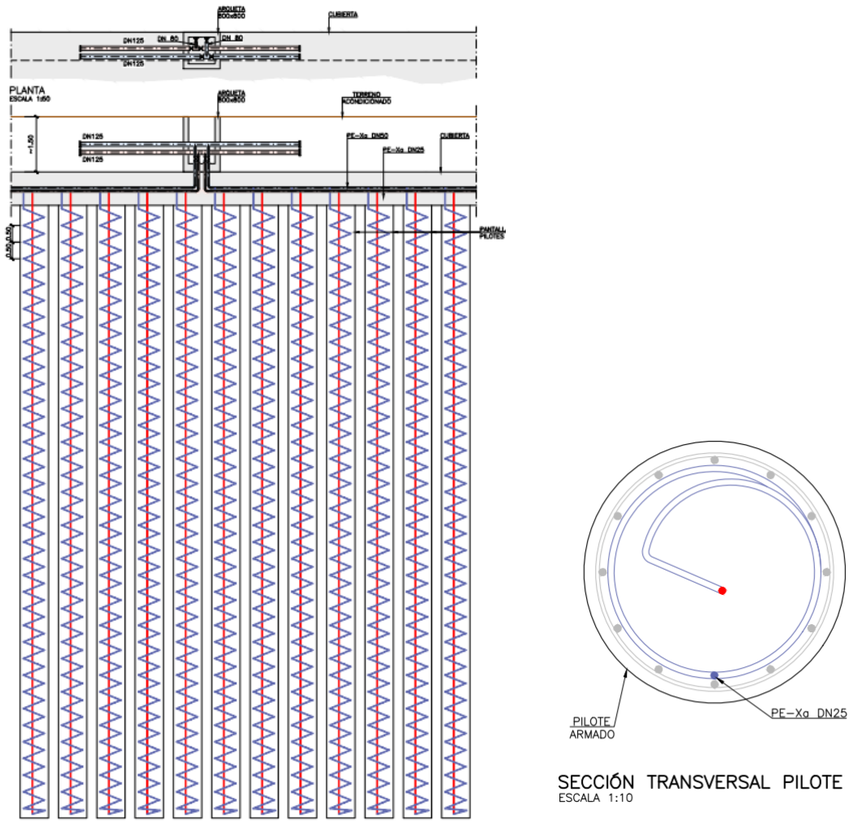
Con los datos anteriores podemos estimar la energía disponible instalada para climatización generada por el sistema de intercambio geotérmico según la siguiente tabla:

Tipo	Potencia disponible (kWh)	Días de uso estimados	Horas por día	Total disponible (MWh/año)
Refrigeración	1.403	240	24	8.083
Calefacción	2.340	120	24	6.739
			Total	**14.823**

El sistema geotérmico proyectado proporcionaría 14.823 MWh/año de energía renovable que suponen el 104% de la energía consumida por el túnel correspondiente a 14.236 MWh/año, siempre que se utilizara toda la instalación ininterrumpidamente.

4.28.4 Diseño del sistema geotérmico

El intercambio térmico con el terreno se produce en los tubos PE-Xa de 25 mm. de diámetro instalados en los pilotes. Esta instalación se realizará en forma de bucle helicoidal, tipo slinky, anclando los tubos a la armadura del pilote evitando dañarlos según se muestra en la siguiente figura. La armadura se introducirá en la excavación con la tubería montada. En el caso de utilizarse doble jaula debido a la longitud del pilote será necesario realizar el termosoldado de los tubos previamente a la introducción del armado en la excavación. El tubo tiene un radio de curvatura mínimo de 25 cm. por lo que se puede adaptar a la geometría de la jaula de armado en pilotes hasta 65cm de diámetro. Desde la base del pilote el retorno se realiza mediante un tramo vertical de tubo hasta los colectores de impulsión y retorno, conformados por tubos de PE-Xa de 50 mm. de diámetro. Estos colectores quedarán embebidos en la viga de atado. Antes del hormigonado de la viga de atado será necesario realizar una prueba de estanqueidad del circuito. Si el bucle colocado en algún pilote no fuera estanco se descartará su uso, bypaseando los colectores.



Disposición de la tubería de intercambio en los pilotes

Se situarán arquetas de conexión cada 200 metros como máximo. En cada arqueta se dispondrá un juego de válvulas para la conexión a la futura red que conecte el sistema con los edificios que requieran parte de la potencia geotérmica disponible. De este modo en cada arqueta se podrá obtener la potencia generada por 200 metros de pantalla termoactivada. Se prevé la unión de las arquetas mediante dos tuberías de PE-100 (impulsión y retorno) que permitan a los edificios abastecerse de varios tramos de pantallas termoactivadas.

4.28.4.1 Utilización de la energía geotérmica

La energía geotérmica disponible se puede destinar a climatizar edificios públicos cercanos al ámbito del túnel. Es necesario que estos edificios tengan un sistema de climatización centralizado que deberá ser sustituido por equipos que permitan el aprovechamiento geotérmico.

La utilización de esta energía viene condicionada por la distancia de los equipos de climatización a la zona de intercambio, es decir a las pantallas del túnel. Las pérdidas de energía aumentan en función de la

longitud de las tuberías que conectan las sondas geotérmicas con la bomba de calor, por lo que el sistema de aprovechamiento geotérmico viene limitado por la ubicación de los equipos respecto a la zona de intercambio.

Se han preseleccionado una serie de edificios públicos cercanos a la traza del túnel susceptibles de aprovechar la potencia térmica disponible. La energía geotérmica permitiría climatizar estos edificios reduciendo en un 80%-90% el consumo de energía eléctrica, potenciando la sostenibilidad ambiental de la actuación, y reduciendo los costes de explotación de dichos equipos.

Los edificios susceptibles de este aprovechamiento son los siguientes:

- Centro de formación profesional Escuela de la Vid.
- Residencia de ancianos Monte Hermoso.
- Centro cultural El Greco.
- Centro deportivo municipal El Olivillo.
- Biblioteca Ángel González.

Se adjunta el plano de ubicación de dichos edificios en el apéndice 1 del anejo nº 18 del proyecto de urbanización (lote 3).

4.28.5 Instalación fotovoltaica

Además del posible uso de la energía geotérmica se estudia la implementación de una instalación fotovoltaica para la generación de energía limpia en la superficie disponible una vez se lleve a cabo el soterramiento de la actual calzada.

Se ha realizado un desarrollo técnico de **una instalación fotovoltaica que por una parte permita conseguir una generación media anual que ayude a equilibrar el consumo del túnel y a su vez genere espacios de sombra integrados a lo largo del Paseo Verde.**

Es necesario resaltar que, el consumo asociado a la operación de la infraestructura, se distribuye de forma continua en el tiempo (iluminación y ventilación constante). Sin embargo, el mejor escenario de consumo para plantear un sistema de generación eléctrica mediante solar es aquel en el que se consume la generación de la instalación fotovoltaica.

Por ello, se contempla a priori la conexión directa de la energía generada a la red eléctrica cercana.

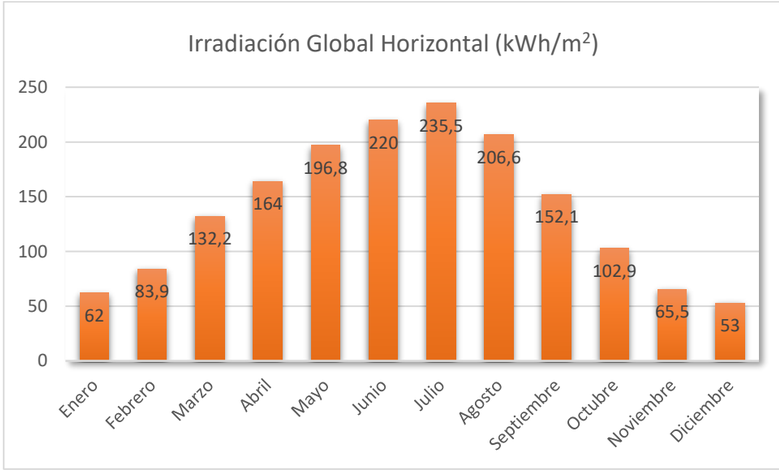
La energía requerida para el consumo de la infraestructura se importará de la red eléctrica para el abastecimiento continuo de los equipos y dispositivos eléctricos. De este modo, no se requiere contemplar dispositivos de almacenamiento de la energía para abastecer de forma ininterrumpida los equipos eléctricos para la operación y mantenimiento de la infraestructura.

4.28.5.1 Análisis del recurso solar

Para analizar el recurso solar disponible se ha llevado a cabo una simulación con la herramienta *PVSYST* en su versión 7.2, herramienta desarrollada por la Universidad de Ginebra, y que, además, la herramienta cuenta con reconocimiento mundial por los actores del sector fotovoltaico, como entre otros, instituciones financieras. Esta herramienta permite realizar una simulación de la producción mensual y anual de una instalación fotovoltaica a partir de unos datos de partida entre los que destacan la ubicación geográfica, la base de datos de radiación solar y temperatura, datos de los componentes principales, y factores de pérdidas a considerar.

Se ha realizado una simulación para cada una de las pérgolas del proyecto. Donde se han tenido en cuenta aspectos como la inclinación del panel y el azimut.

A escala mensual, se observa una irradiación disponible sobre la horizontal promedio de 139 kWh/m2, aunque con una importante gradiente entre los límites máximos y mínimos, que se corresponden con los meses de diciembre y Julio. Dado que el principio de producción fotovoltaico relaciona de manera proporcional el recurso y la corriente de salida, es de esperar una producción mensual con el mismo perfil.



4.28.5.2 Configuración de la instalación fotovoltaica

4.28.5.2.1 Definición geométrica y localizaciones para la instalación

Teniendo en cuenta el entorno urbano en el que se ubica el proyecto y otros condicionantes, se ha estudiado la posibilidad de **ejecutar las instalaciones fotovoltaicas sobre pérgolas diseñadas para dicho fin**. Este tipo de estructuras suelen emplearse para la colocación de instalaciones fotovoltaicas en entornos urbanos, donde la disponibilidad de espacio es limitada.

Se proyectan tres tipos de pérgolas. El primer tipo corresponde a una tipología modular. Los módulos, rectangulares de 7x10 m. o 7x13 m. se agrupan en función del espacio disponible.

Los otros dos tipos corresponden a diseños singulares ideados para el presente proyecto y se sitúan en dos emplazamientos significativos como son los nodos de Batán y El Greco.

Las pérgolas fotovoltaicas se distribuyen a lo largo del Paseo Verde. Se ha maximizado la superficie destinada a generación de energía solar para compensar el elevado consumo energético del túnel integrando las mismas en los diferentes espacios de estancia distribuidos a lo largo del Paseo.

Plano general del proyecto de ejecución del paseo verde

En total se proyectan 8 conjuntos de pérgolas que se distribuyen a lo largo de la urbanización. La ubicación de las mismas se detalla en el anejo número 17 del proyecto de urbanización. **La superficie total de pérgolas definidas asciende a 5.643 m^2**.

4.28.5.3 Criterio de simulación fotovoltaica

El estudio de producción fotovoltaica contempla tres bloques diferenciados. El primero obedece a la irradiación solar disponible y la ganancia obtenida por la inclinación del panel. El segundo bloque, que se tiene que ver con las pérdidas que el sistema tendrá por la eficiencia en la conversión fotovoltaica. Y en el tercer bloque, tendrá que ver con la eficiencia de la conversión eléctrica del sistema.

En el anejo 17 del proyecto de urbanización se describen en detalle estos tres bloques.

4.28.5.4 Panel fotovoltaico

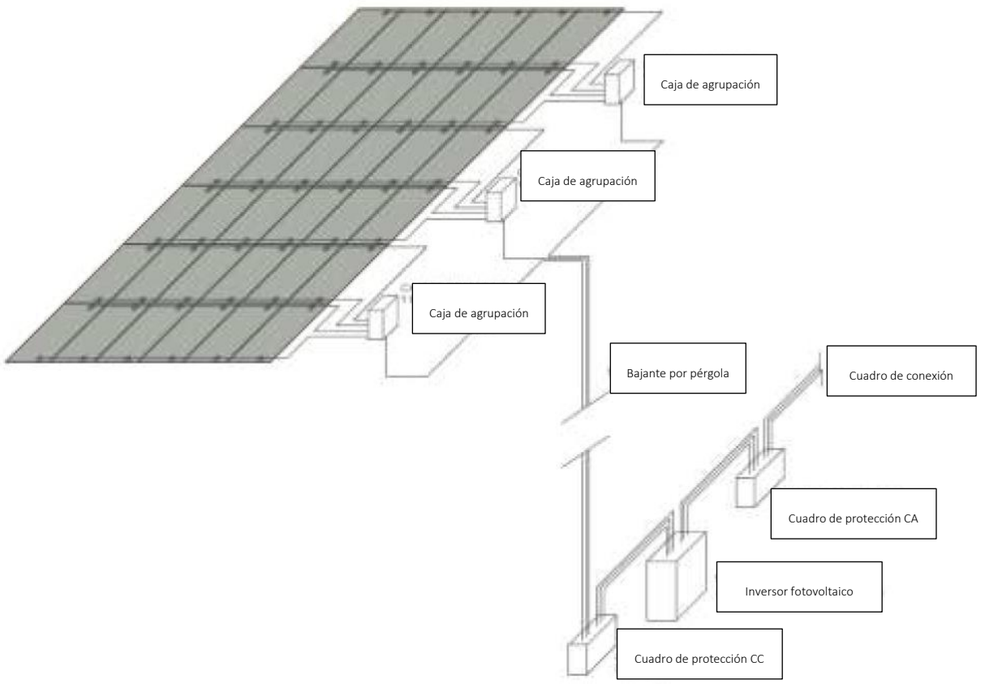
Se contempla la instalación de un vidrio fotovoltaico que contiene células monocristalinas de generación. Este tipo de instalación fotovoltaica permite ajustar su transparencia. El espaciamiento entre células es un parámetro variable, que condiciona el paso de luz a través del elemento. Esta solución tiene la ventaja de poder ajustarse a los requerimientos de luz bajo la estructura.

La forma y tamaño de estos paneles, conocido como vidrio fotovoltaico dependerá de las dimensiones de la pérgola. El espaciamiento entre células es un parámetro variable. Cuanto menor sea el espaciamiento entre células (tanto en componente horizontal como vertical), menor la transparencia del elemento y la luminosidad bajo la pérgola, pero mayor la potencia de generación de la instalación. En la siguiente Figura se muestra un proyecto de pérgola fotovoltaica para una superficie de 560 m2.

Ejemplo ilustrativo de pérgola fotovoltaica instalada con panel de vidrio fotovoltaico.

En cuanto a las características constructivas de la pérgola a utilizar y atendiendo a criterios de integración arquitectónica, se asegurará la existencia de una pendiente mínima del 1% a lo largo de toda la superficie cubierta para la evacuación de las aguas pluviales. Con el objeto de mantener la instalación fotovoltaica en las mejores condiciones para la generación de energía, se llevará a cabo un mantenimiento periódico de los módulos. En este sentido, la instalación dispondrá de los elementos necesarios para llevar a cabo estas tareas de mantenimiento con seguridad y de acuerdo con la normativa vigente. En el estudio detallado se definirán los puntos de suministros eléctrico y de agua para llevar a cabo estas actuaciones.

En cuanto a los elementos básicos que componen la instalación fotovoltaica, además del panel fotovoltaico y las pérgolas, se incluyen las cajas de agrupación y conexión de módulos, los inversores solares, los equipos de protección y los equipos de medida para controlar el balance de energía. También todo el cableado eléctrico y de comunicaciones requerido por el sistema. Estos conductores de protección deberán de estar adecuadamente protegidos ante deterioros mecánicos, químicos, electroquímicos y electrodinámicos. En la siguiente Figura se muestra un esquema de la instalación eléctrica.



Esquema eléctrico general de la instalación fotovoltaica sobre pérgola.

Se ha escogido el panel vidrio-vidrio de 385 Wp con células de silicio monocristalino de 156 mm. Con unas dimensiones de 2107 x 1104 mm

Los datos eléctricos del panel en condiciones standard (STC) son:

Características del panel

Potencia pico	385 Wp
Vpmp	41.3 V
Voc	48.78 V
Ipmp	9.33 A
Isc	9,84 A
Tolerancia en potencia	+0/+3%
Eficiencia	16.55%
Tensión máxima del sistema	1500 V
TONC	47±2ºC
transmisión lumínica	23.95%
Degradación potencia	80% de la Potencia pico en el año 25

4.28.6 Producción Fotovoltaica

La producción fotovoltaica se ha calculado para cada una de las pérgolas, donde ha resultado el siguiente valor para cada una de ellas.

Pérgola	Superficie Paneles FV (m2)	Potencia Nonimal kW	Potencia Pico kWp	Energía anual (MWh)
Skate Park	316,35	48	52,36	1,09
Mirador Boadilla	109,72	15	16,94	1,13
Mirador Boadilla	168,54	24	26,18	1,09
Mirador Boadilla	80,31	10	12,32	1,32
Cuña Verde	109,72	15	16,94	1,13
Cuña Verde	168,54	24	26,18	1,09
Nodo Lourdes 1	109,72	15	16,94	1,13

Nodo Lourdes 2	109,72	15	16,94	1,13
Nodo Lourdes 2	80,31	10	12,32	1,23
Pistas Deportivas 1	168,54	24	26,18	1,09
Pistas Deportivas 2	109,16	15	16,94	1,13
Pistas Deportivas 3	168,54	24	26,18	1,09
Batán 1	762,39	100	118,58	1,18
Batán 2	408,42	45	50,82	1,12
Batán 3	762,39	100	118,58	1,18
Greco 1	281,74	40	43,89	1,1
Greco 2	314,40	40	49,28	1,23
Greco 3	799,25	72	78,54	1,09
Paseo Extremadura 1	168,54	24	26,18	1,08
Paseo Extremadura 2	168,54	24	26,18	1,09
Paseo Extremadura 3	168,54	24	26,18	1,09
Paseo Extremadura 4	109,72	15	16,94	1,13
TOTAL	5.643,1	723	821,59	1,13

Se obtiene de la instalación propuesta de 2.054 paneles y 41 inversores fotovoltaicos con una producción anual de 1.158,30 MWh.

4.28.7 Balance energético del túnel

El nuevo túnel proyectado tendrá un consumo energético estimado de **17.018 MWh/año**.

La energía disponible para climatización proveniente de la instalación de intercambio geotérmico es de 14.823 MWh/año que sumado a la energía procedente de la instalación fotovoltaica definida en 1.158 MWh/año **hacen un total de 15.981 MWh/año, lo que supone un 112% de la energía consumida por el túnel.**

4.29 ACCESIBILIDAD

Uno de los criterios fundamentales que se ha tenido en cuenta a la hora de definir las diferentes áreas del ámbito de actuación de la urbanización del Paseo Verde del Suroeste, así como del soterramiento de la A5, es dotar de accesibilidad a las Personas con Movilidad Reducida (PMR) y se traduce en la consideración de los siguientes aspectos:

- El tratamiento unitario de los pavimentos, tanto el tratamiento de las calles como de todas las superficies de las áreas peatonales. Los pavimentos se ejecutarán con pavimentos de losetas, baldosas, pavimentos continuos de hormigón, etc., sin desniveles, ni discontinuidades y contarán con tratamiento antideslizante.
- La definición de las rasantes en toda la urbanización para evitar pendientes pronunciadas o poco accesibles para PMR, garantizando que las pendientes longitudinales no superen el 6% y las transversales el 2%. Los vados peatonales tendrán una pendiente inferior al 8%.
- El tratamiento de todo el ámbito urbanizado, con la eliminación de desniveles y bordillos que puedan dificultar la accesibilidad universal del ámbito.
- Los itinerarios peatonales accesibles tendrán un ancho de paso mínimo libre de obstáculos de 1,80m, permitiendo inscribir un círculo de 1,5m de diámetro en los cambios de dirección. La altura libre de paso será mayor de 2,20m. Estarán convenientemente iluminados según los criterios definidos en el punto anterior (nivel medio de 20 lux con uniformidad de 0,4).
- Se prevén plazas de aparcamiento para personas con movilidad reducida a lo largo del ámbito.
- Todos los elementos de mobiliario urbano serán accesibles a través de un itinerario adaptado. Los elementos que deban ser accesibles manualmente estarán a una altura entre 0,70 y 1,20m.
- Los soportes de las señales tendrán canto redondeado y se colocarán preferentemente pegados a las fachadas. En zonas verdes se colocarán en áreas ajardinadas.
- Los semáforos estarán dotados con repetidores acústicos de paso para invidentes.
- El sistema de drenaje se diseñará de forma que se evite acumulaciones de agua en zonas de paso y escorrentías de más de 1cm. de calado para la lluvia de diseño.

En los planos 14.2. Movilidad y Accesibilidad. Itinerario peatonal y carril bici. Planta y 14.3.1. Movilidad y Accesibilidad. Accesibilidad. Planta, se señalan los itinerarios peatonales accesibles que se generan con la nueva urbanización, así como en el plano 14.3.2. Movilidad y Accesibilidad Detalles de accesibilidad se definen los detalles de pavimentos, vados y demás elementos urbanos que garantizan esta accesibilidad.

4.29.1 Normativas y recomendaciones

El proyecto cumplimenta todas las normativas y reglamentos vigentes y, en particular, los que se citan a continuación:

- Ley 8/1993, de 22 de junio, de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas (en adelante Ley 8/1993), tiene por objeto garantizar la accesibilidad y el uso de los bienes y servicios a todas aquellas personas con discapacidad física, sensorial o intelectual.
- CTE-DB-SUA Seguridad de Utilización y Accesibilidad, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 28-marzo-2006) y posteriormente modificado por las siguientes disposiciones legislativas: Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre (BOE 23-octubre-2007). Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo (BOE 25-enero-2008). Orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-abril-2009). Corrección de errores y erratas de la orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-septiembre-2009). Real Decreto 173/2010 de 19 de febrero (BOE 11-marzo-2010). Sentencia del TS de 4/5/2010 (BOE 30/7/2010). RD 732/2019 de 20 de diciembre (BOE 27-diciembre-2019).
- Decreto 13/2007, de 15 de marzo, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento técnico de Desarrollo en materia de promoción de la accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas.

- Orden VIV/561/2010, de 1 de febrero, por el que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados.
- Instrucción 1/2018 relativa al Estudio de Accesibilidad que ha de acompañar a los proyectos municipales de intervención sobre el espacio público, al objeto de verificar el cumplimiento de las exigencias en materia de promoción de la accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas. Resolución de 25 de enero de 2018 del Coordinador General de Planeamiento, Desarrollo Urbano y Movilidad. BOAM nº8088 (07/02/2018).
- Manual de Accesibilidad para Espacios Púbicos urbanizados del Ayuntamiento de Madrid. Ayuntamiento de Madrid. Área de Gobierno de Desarrollo Urbano Sostenible. Dirección General del Espacio Urbano, Obras e Infraestructuras. Versión julio 2016.
- Manual de Diseño de Infraestructura Ciclista en Madrid, versión revisada en 2021.

4.29.2 Análisis de movilidad peatonal y ciclista

El análisis de la movilidad peatonal en el entorno del ámbito de actuación se incluye en el Anejo nº6 Estudio de Movilidad del presente proyecto. En el apartado 2.1.1 Movilidad peatonal y ciclista se describe la situación actual de la movilidad.

4.29.3 Itinerarios peatonales

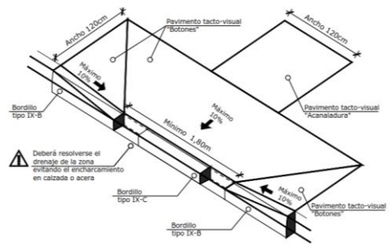
Respecto a los itinerarios de los peatonales:

- Todo el ámbito urbanizado es accesible de forma universal y se disponen pasos de anchura mínima 1,80 metros, libres de obstáculos. En el caso que en algun punto no fuera posible contar con 1,80 m, se dispondrá un recorrido alternativo. En alzado, junto a las edificaciones, la altura libre es superior a 2,20 m en todos los puntos del proyecto.
- La pendiente máxima definida en el proyecto es igual al 6%, quedando las pendientes principales del proyecto -pasos transversales del conjunto- con pendientes comprendidas entre el 2-2,5% y, excepcionalmente del 4%. Las calles tienen pendiente transversal del 2% y longitudinalmente la pendiente varía en función del área donde se localicen, desde calles casi horizontales hasta calles con una pendiente máxima menor del 4%. Todas las rampas definidas en el ámbito del proyecto tienen pendientes inferiores al 6%.
- Los recorridos se ejecutan con pavimentos duros, con tratamiento antideslizante.
- Las escaleras que se han definido para resolver los diferentes desniveles de todo el ámbito de la urbanización contarán con peldaños de ejecutados con material antideslizante, señalizados con borde ranurado o similar tratamiento y dispondrán de barandillas a 0,90 metros de altura en función si el desnivel a salvar es menor de 4 metros, o de 1,05 metros, en el caso de que el desnivel a salvar supere los 4 metros de altura, acorde con la normativa vigente del CTE-DB SUA, Seguridad de Utilización y Accesibilidad.

Se proponen los siguientes tipos de pavimentos para las aceras, zonas peatonales y carril bici:

- Acera de piezas de granito sobre subbase de suelo estructural,
- Acera de piezas de granito sobre terreno natural,
- Viales con pavimentos de terrizo,
- Carril bici con pavimento de hormigón coloreado sobre subbase de suelo estructural.

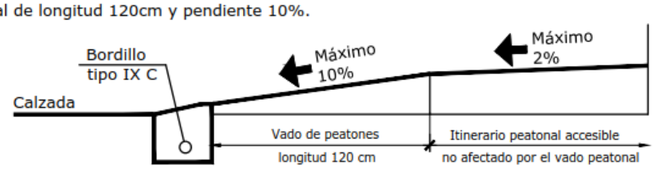
Los vados de peatones y de vehículos serán de los tipos especificados en la Normalización de Elementos Constructivos para obras de urbanización del Ayuntamiento de Madrid, seleccionando para los segundos los vados en acera para vehículos tipo II, ya que todas las aceras proyectadas disponen de una anchura superior a los 2 metros.



Esquema de formación de vado de peatones de tres planos.

Se considera adecuada una **pendiente máxima del 10%** para los planos de formación del vado, si bien su pendiente real dependerá de la propia pendiente longitudinal y transversal de la acera.

Para un desnivel estándar de 14cm entre acera y calzada se considera suficiente un plano inclinado central de longitud 120cm y pendiente 10%.



Pendiente de los planos de formación de vado de peatonal.

Para la correcta detección e interpretación por parte del peatón de la existencia de un punto de cruce de la calzada y del itinerario a seguir tras su uso, se emplearán pavimentos tacto-visuales:

- Con **alto contraste cromático** con su entorno
- Con texturas de **geometría homologada**, acorde a lo establecido en la UNE-ISO 21542-2012

Las dos tipologías de pavimentos a emplear en la detección y señalización de un vado de peatones son:

Uso de pavimentos tacto-visuales.

— Vados y pasos de peatones. Señalización tacto-visual.

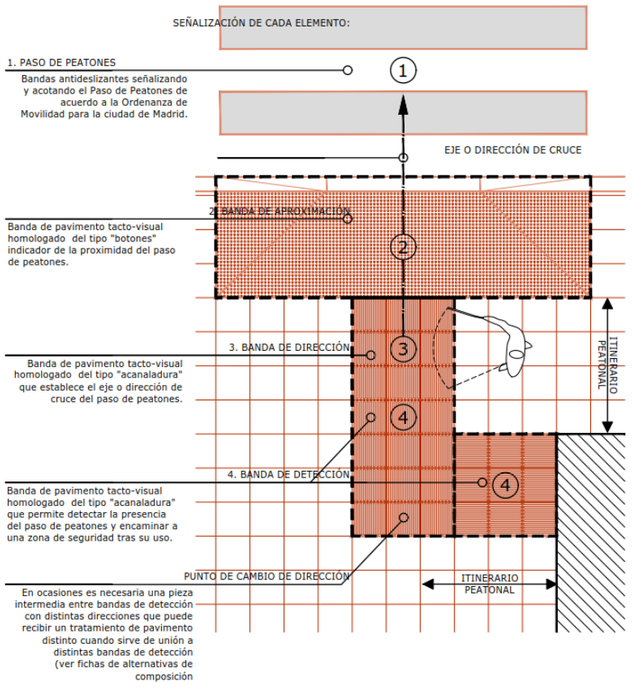
El cruce entre el itinerario peatonal y la calzada es un punto de especial atención en el que debe garantizarse la correcta detección y señalización de **4 elementos**.

Sobre la calzada:

- PASO DE PEATONES. Zona de intersección entre la circulación rodada y el tránsito peatonal, es decir, la parte del itinerario peatonal que cruza la calzada de vehículos.

Sobre la acera:

- BANDA DE APROXIMACIÓN. Zona de la acera cercana al paso de peatones que en función del desnivel con la calzada podrá disponer de un vado de planos inclinados.
- BANDA DE DIRECCIÓN. Banda de pavimento táctil que establece el eje o dirección de cruce entre ambos lados de la acera.
- BANDA DE DETECCIÓN. Sus funciones son:
  - Indicar en la acera la presencia del paso de peatones y encaminar al usuario el punto de cruce.
  - Garantizar que el usuario, tras el uso del paso de peatones, retorna a la acera en condiciones de seguridad, dirigiendo bien hasta línea de fachada o a un itinerario peatonal accesible.

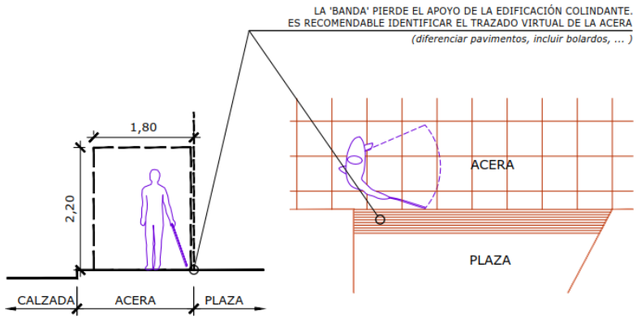


Vados y pasos de peatones. Señalización tacto-visual.

— Itinerario peatonal. Interacción con plazas y ajardinamientos.

Cuando el itinerario peatonal pierde el apoyo de la edificación (al discurrir junto a una plaza o espacio abierto) es recomendable definir un trazado virtual de la acera para evitar confusiones.

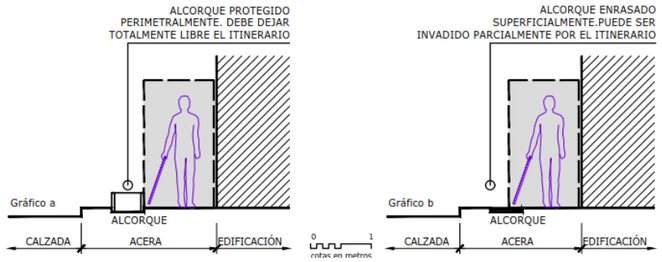
Esto puede realizarse empleando pavimentos diferenciados o familias de bolardos.



Itinerario peatonal. Itinerario perimetral de plaza.

Los alcorques deben localizarse fuera de la "banda libre de paso" por lo que deberán permitir ancho de paso sin obstáculos en las aceras de 180 cm (gráfico a).

Sin embargo, se puede admitir, si así lo aconsejan las dimensiones de la vía pública, una protección superficial permanente enrasada con la acera, de manera que la banda libre contabilice entre la fachada y el tronco del arbolado (gráfico inferior).



Itinerario peatonal. Itinerario perimetral alcorques.

— Vado de vehículo sin alterar cota de acera

Se trata de la primera opción a contemplar al no alterar la prioridad del itinerario peatonal en cuanto a su cota, siendo el vehículo el que debe realizar el cambio de nivel mediante un vado de tamaño reducido situado en el límite entre acera y calzada.

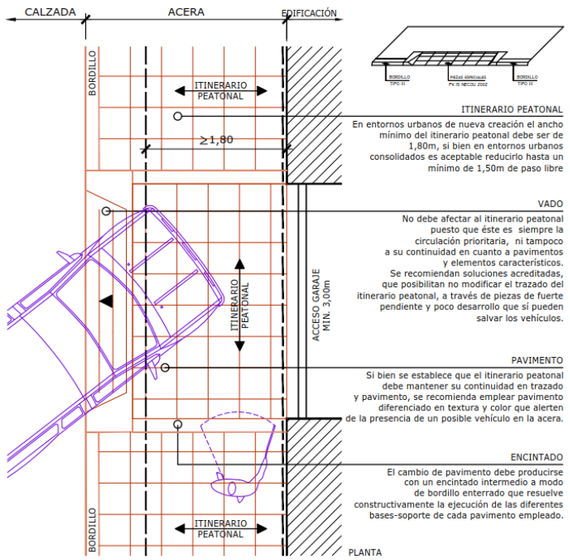
Este tipo de soluciones dependen del espacio disponible y la cota de acceso de los vehículos en la alineación de la fachada del edificio, ofreciendo dos posibles soluciones:

- Acera de ancho suficiente para que el vado no altere la banda libre de paso del itinerario peatonal accesible, que podemos estimar en 1,80 metros en entorno urbanos nuevos y de 1,50 metros en entornos urbanos ya consolidados.
- Disponer de espacio suficiente en la calzada, generalmente ocupado por aparcamiento de vehículos en línea, que pueda suprimirse, generando de este modo el vado de vehículo alejado de la acera.

Especificaciones técnicas de diseño a considerar:

- Pendientes máximas para salvar los desniveles y acuerdos entre ellas. Se emplearán las piezas especiales establecidas en la ficha PV.15 de la NECOU 2002.
- Diferenciación del vado a través del pavimento, siendo recomendable resaltar mediante contraste cromático la zona de paso de los vehículos, manteniendo, sin embargo, las condiciones generales del pavimento de la zona peatonal a fin de identificar la prioridad y su continuidad.

Se seguirán estas pautas sin perjuicio de las especificadas en la Ordenanza Reguladora de los Pasos de Vehículos, artículos 20, 21 y 22, del Ayuntamiento de Madrid.



Vado de vehículo sin alterar cota de acera.

— Vado de vehículos rebajando la cota de la acera

Cuando no sea posible mantener la prioridad de la cota de acera, se puede optar por rebajarla hasta el nivel de la calzada.

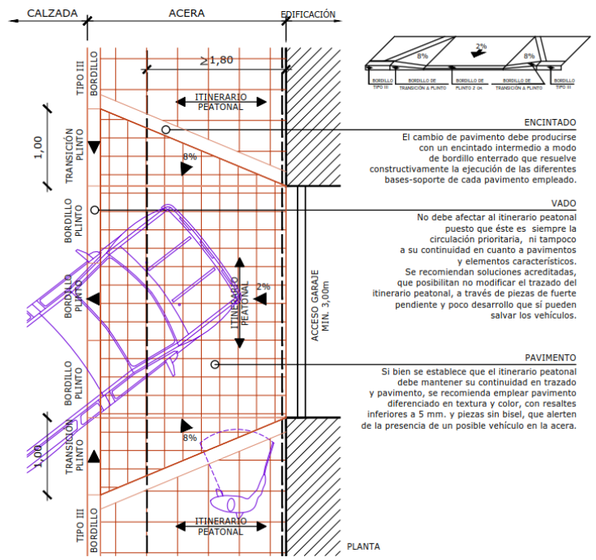
En estos casos la sensación de prioridad del itinerario peatonal debe reforzarse mediante el uso de pavimentos e incluso señalización complementaria.

En el caso extremo de un vado de vehículos de alta intensidad de uso, como pueden ser un aparcamiento privado residencial de más de 6.000m2 o garajes en edificios terciarios, es recomendable llegar a señalizar el vado como un paso de peatones con todas sus consecuencias (ver fichas de vados y pasos de peatones).

Especificaciones técnicas de diseño a considerar:

- Pendientes máximas para salvar los desniveles y acuerdos entre ellas. Se emplearán los bordillos de transición y plinto según la ficha PV.14 de la NECOU 2002.
- Los planos inclinados de acuerdo entre calzada y acera en la zona del vado no superarán el 8% de pendiente longitudinal y el 2% transversal.
- Diferenciación del vado a través del pavimento, siendo recomendable resaltar mediante contraste cromático la zona de paso de los vehículos, manteniendo, sin embargo, las condiciones generales del pavimento de la zona peatonal a fin de identificar la prioridad y su continuidad.

Se seguirán estas pautas sin perjuicio de las especificadas en la Ordenanza Reguladora de los Pasos de Vehículos, artículos 20, 21 y 22, del Ayuntamiento de Madrid.



Vado de vehículo rebajando la cota de acera.

— Conexiones con transporte público

Las paradas y marquesinas de espera del transporte público se situarán próximas al itinerario peatonal accesible, estarán conectadas a ésta de forma accesible y sin invadirlo.

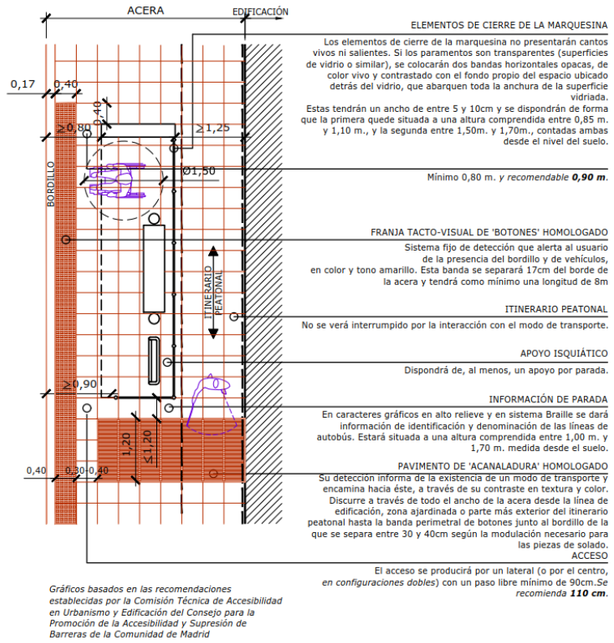
Las marquesinas de autobús tienen unas soluciones algo más complejas puesto que concentran la señalización e interpretación de las paradas con la zona segura de espera y transferencia propiamente dichas al medio de transporte.

De este modo, la norma contempla disponer una franja tacto-visual de botones que indique el bordillo de la acera y localización del autobús, acompañada de otras dos franjas de 1,30 metros de pavimento de acanaladura acotando la ubicación de la marquesina.

Se debe garantizar unos accesos mínimos de 0,90 metros a las marquesinas, si las hubiera. En cualquier caso, debe ser posible inscribir un círculo de diámetro 1,50 metros que garantice la total maniobrabilidad.

Con el objeto de identificar el acceso y posibilidades de uso de espacios, instalaciones y servicios accesibles se deberá señalar permanentemente con el símbolo internacional de accesibilidad homologado lo siguiente: las paradas de transporte público accesible.

Se recogen aquí las recomendaciones que sobre las marquesinas de autobús ha consensuado el Comité Técnico autorizado por el Consejo para la Promoción de la Accesibilidad de Barreras de la Comunidad de Madrid.



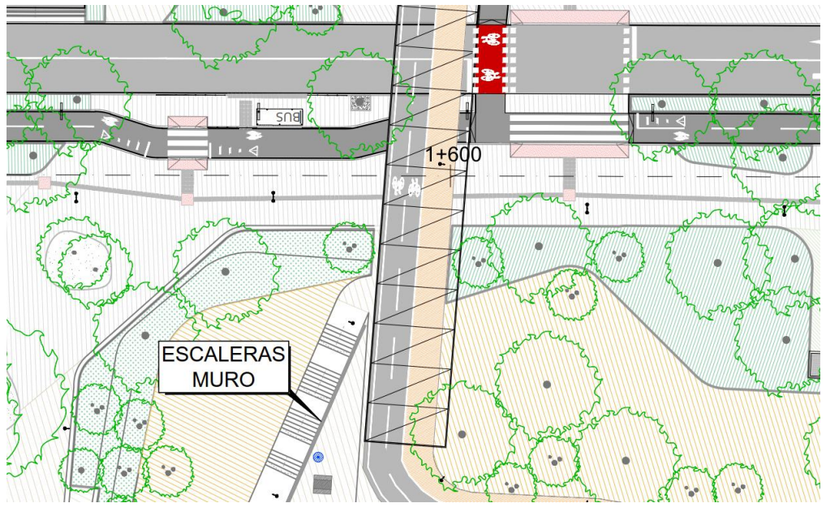
Conexiones con transporte público. Marquesina de autobús simple.

4.29.4 Escaleras peatonales

Las escaleras proyectadas en la urbanización se han definido de acuerdo con la normativa vigente, recogida en el apartado *1.2. Normativa y Recomendaciones* del presente Anejo. Como se puede apreciar en la figura 18, las escaleras tienen las siguientes características:

- trazado recto, cuenta con cuatro (4) tramos para salvar el desnivel existente,
- tramos de 5 a 8 peldaños, de 17,5 cm de altura y 3,50 m de anchura.
- Los peldaños cumplen la relación siguiente: 54 cm < 2C + H< 70 cm.
- Los descansillos tienen una longitud de 2metros.

El Reglamento Técnico de Accesibilidad del CAM exige descansillos de longitud igual o mayor de 1,20 m y la misma anchura que los tramos; las huellas deben tener 28-32cm y cumplir la relación siguiente: 54 cm < 2C + H< 70 cm; las contrahuellas deben ser de altura menor o igual 18 cm y puede haber como máximo 14 peldaños por tramo.

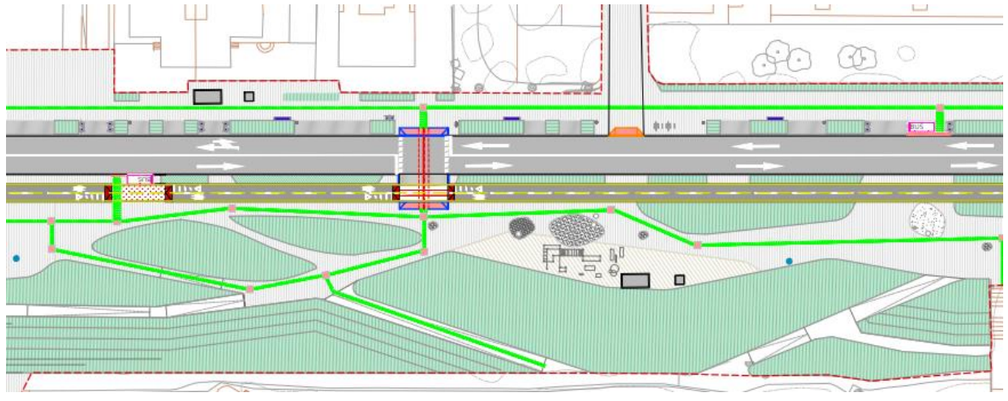


Escalera peatonal proyectada en torno al P.K. 1+600, cruce de la A-5 con el Anillo Verde Ciclista.

4.29.5 Rampas

Las rampas definidas en el proyecto son accesibles y cumplen lo indicado en el Artículo 14 de la Orden VIV. 561/2010. A continuación, se describen las características de las zonas de la urbanización donde se han definido rampas.

- Rampa peatonal existente a la altura del P.K. 3+300. Se mantienen las rampas existentes.



Rampa peatonal existente a la altura del P.K. 3+000.

4.29.6 Mobiliario y Equipamiento urbano accesible

En el proyecto se mantienen todas las marquesinas existentes, previo desmontaje y montaje en situación provisional o definitiva, por lo que en el presupuesto no hay que incluir ninguna unidad adicional. Son modelos normalizados por el Ayuntamiento de Madrid y cumplen con la normativa y recomendaciones de accesibilidad (Artículos 25 al 33 de la Orden VIV. 561/2010).

4.29.7 Juegos infantiles accesibles

Para la implantación de los sectores de juegos infantiles se deberá contar con un estudio específico que justifique el cumplimiento de las condiciones que se especifican en los apartados siguientes y que en todo caso refleje el análisis de:

- La implantación de los recorridos accesibles que conecten el acceso al sector de juegos infantiles con cada uno de los espacios destinados a los elementos de juego.
- Los tipos de pavimentos a utilizar para garantizar las condiciones de accesibilidad de dichos recorridos, de las áreas de entrada y salida de los elementos de juego, así como del área de seguridad y área perimetral de aproximación de los elementos de juego accesibles
- Las condiciones de accesibilidad universal a contemplar por cada uno de los elementos de juego que hayan de ser accesibles según los requisitos establecidos en el punto “5. Elementos de juego”.
- La señalética, elementos y medidas de accesibilidad sensorial y cognitiva.
- Las áreas de descanso.

El sector de juegos contará con al menos una entrada accesible que conecte con los recorridos accesibles tanto interiores como exteriores. Las entradas de los sectores de juego contarán con señalización visual y táctil en formato accesible.

Asimismo, en el entorno próximo se incluirán plazas de aparcamiento de PMR. En el ámbito de actuación del proyecto se han incluido algunas plazas de aparcamiento en superficie para PMR en el vial sentido Alcorcón en las siguientes zonas: próximo a los juegos infantiles de las zonas 3 y 5 y junto al enlace de Batán (Z4). Por tanto, habrá que revisar si el número de plazas de PMR existentes en los estacionamientos del entorno de las zonas de juego cumplen los parámetros indicados en la normativa vigente. Por otra parte, también existe una dotación de plazas de PMR en el aparcamiento subterráneo de Sanchorreja.

Los recorridos que conecten los accesos a los sectores de juegos infantiles con cada uno de los elementos de juego habrán de ser accesibles ajustándose, para ello, a los siguientes requisitos:

- Dispondrán de un ancho mínimo libre de paso de 180 cm y altura mínima libre de 220 cm que se mantendrá sin interrupción ni escalones, con una pendiente longitudinal máxima del 6% y una pendiente transversal máxima del 2%, hasta la zona de acceso a cada elemento de juego.
- Para garantizar el uso no discriminatorio y la circulación de forma autónoma y continua de todas las personas, en especial de aquéllas con movilidad reducida que pudieran utilizar elementos como carritos de bebé, sillas de ruedas, bastones, muletas o andadores, el pavimento cumplirá los requisitos establecidos en el artículo “1.4. Pavimentos”. Se admitirá la utilización de tierras apisonadas con una compactación superior al 90% del ensayo Proctor modificado.
- Se utilizarán elementos de señalización, así como contrastes cromáticos y de texturas en los pavimentos, como sistema de aviso sensorial para favorecer la orientación espacial de los usuarios en la localización de los distintos elementos de juego, itinerarios accesibles, desniveles, topografías y otros obstáculos existentes en las zonas de circulación, así como de las áreas de seguridad de elementos con partes móviles que conlleve movimientos bruscos con peligro de impacto contra las personas.
- Las áreas de descanso que formen parte de los sectores de juego deberán ser accesibles y contarán con elementos de mobiliario urbano con criterios de accesibilidad y diseño para todos, con al menos un elemento de banco accesible por zona o conjunto de 5 bancos.

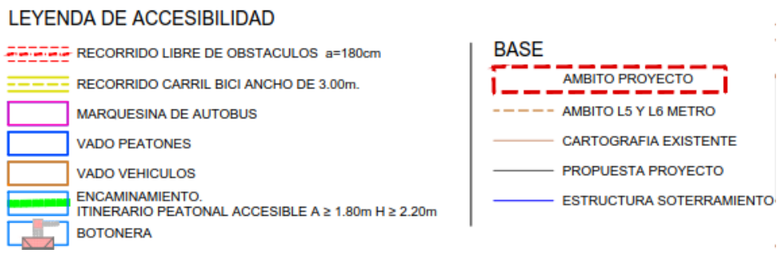
Características de los sectores de juegos infantiles

- Al menos el 50% de los elementos de juego de cada categoría y, en todo caso, al menos una unidad por cada una de dichas categorías, salvo incompatibilidad con las exigencias de seguridad del elemento de juego, habrán de observar criterios de accesibilidad universal y diseño para todas las personas.
- Contará con algún elemento de juego accesible de tipo dinámico o que genere movimiento al introducirse en su interior, que permita su uso en silla de ruedas.
- Para permitir la aproximación y transferencia desde una silla de ruedas a cada elemento de juego accesible, éste contará con un área perimetral accesible de 150 cm de ancho mínimo.
- Para permitir la aproximación de las personas usuarias o acompañantes, junto a los demás elementos de juego, se preverán espacios libres de obstáculos donde pueda inscribirse un círculo

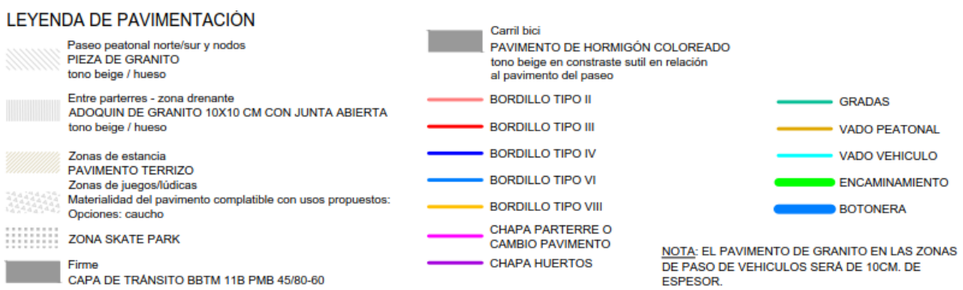
de 150 cm de diámetro mínimo, en los puntos de entrada y salida del elemento. Dichas áreas en ningún caso coincidirán con el ámbito de paso del itinerario peatonal accesible.

- El pavimento del área de seguridad de los elementos de juego accesibles deberá ser accesible.

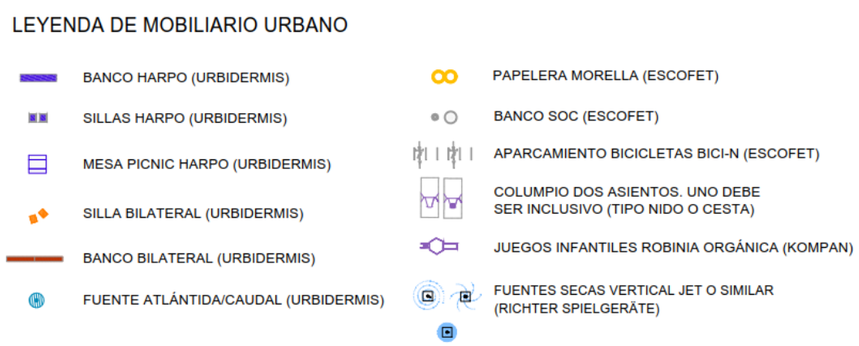
A continuación, se muestran los planos de las siete zonas de juegos infantiles que se han definido a lo largo del Paseo Verde, donde se puede comprobar que se cumple con las condiciones recomendadas en el *Estudio sobre Parques Infantiles Inclusivos* (2019) de CERMI de la Comunidad de Madrid.



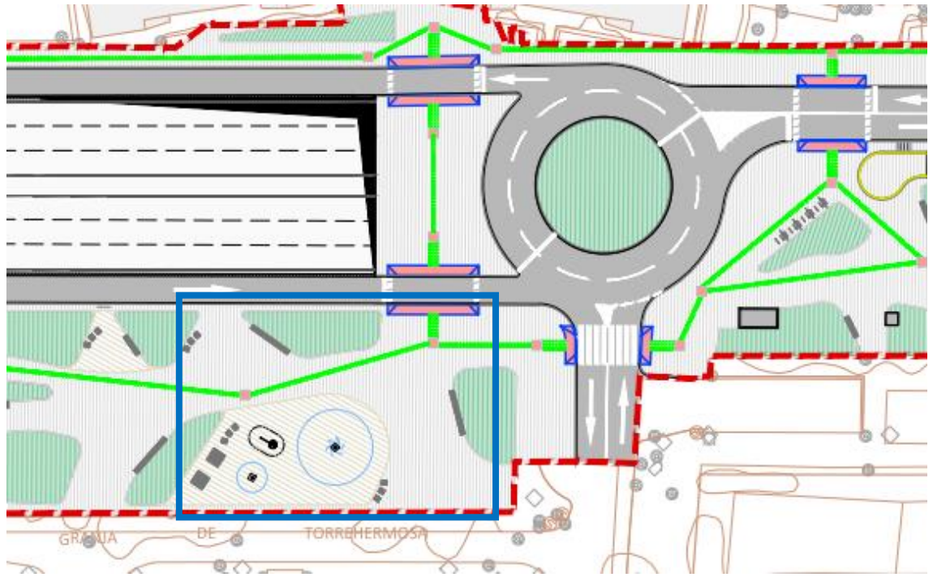
Leyenda de los planos Planta de Urbanización. Accesibilidad.



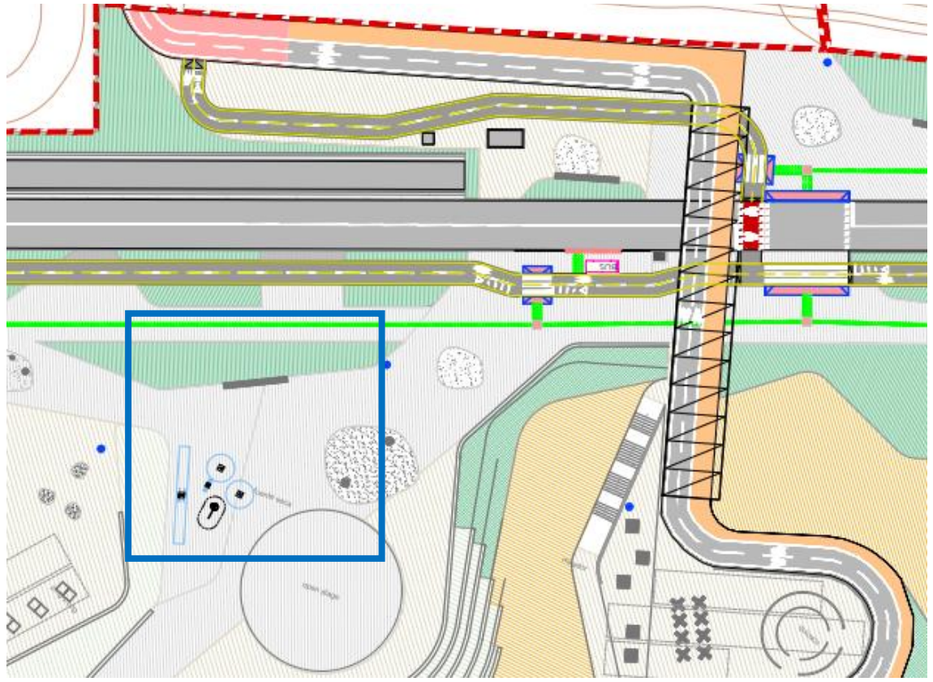
Leyenda de los planos Planta de Urbanización. Pavimentación.



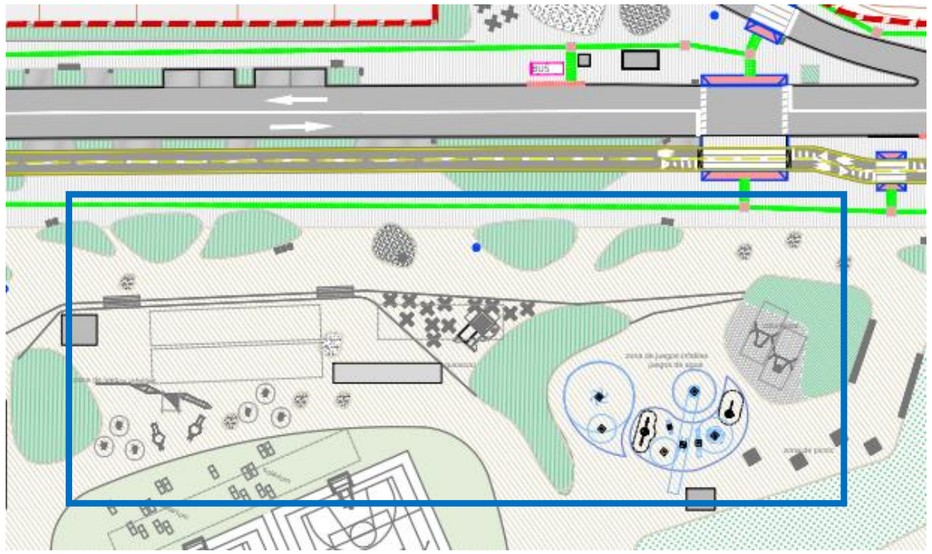
Leyenda de los planos Planta de Urbanización. Mobiliario Urbano.



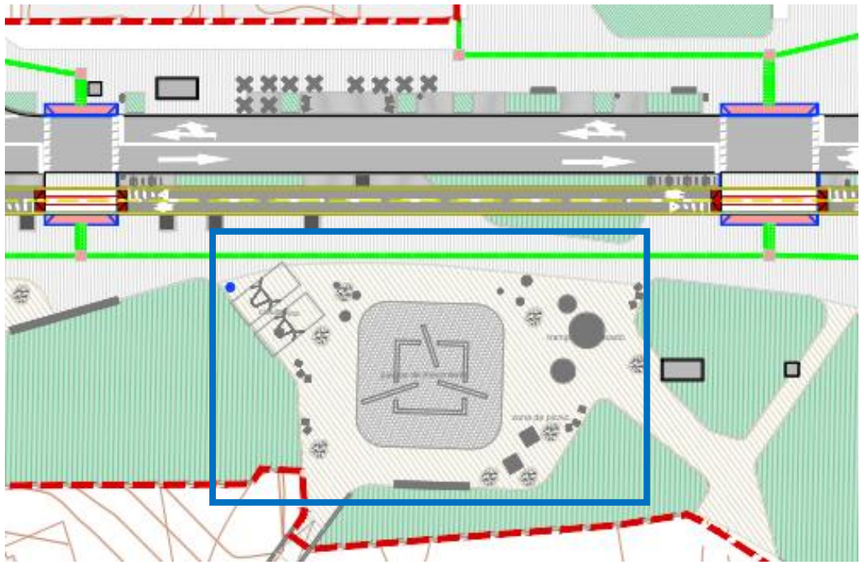
Juegos infantiles (1). Juegos de agua sobre pavimento de terrizo.



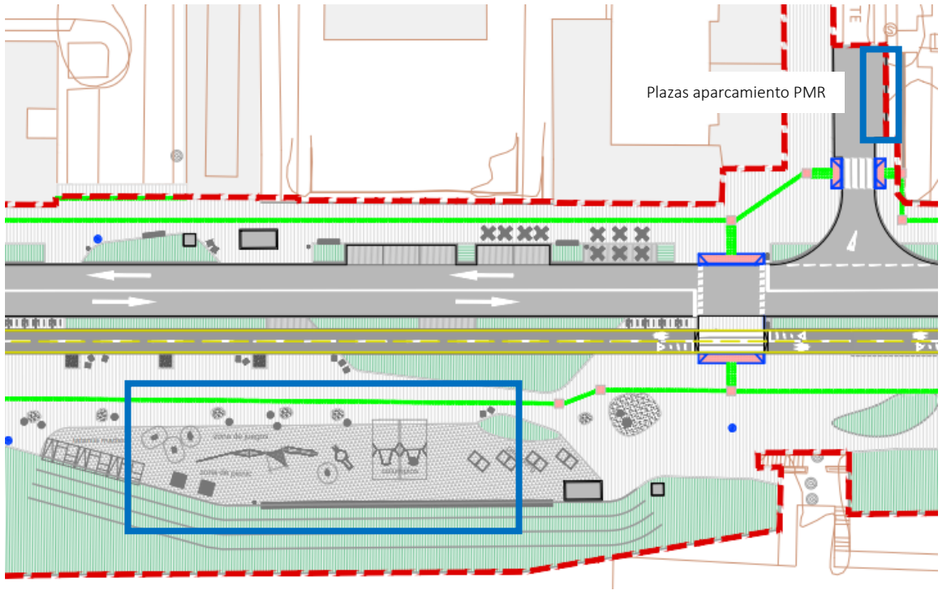
Juegos infantiles (2). Fuente seca sobre pavimento de piezas de granito.



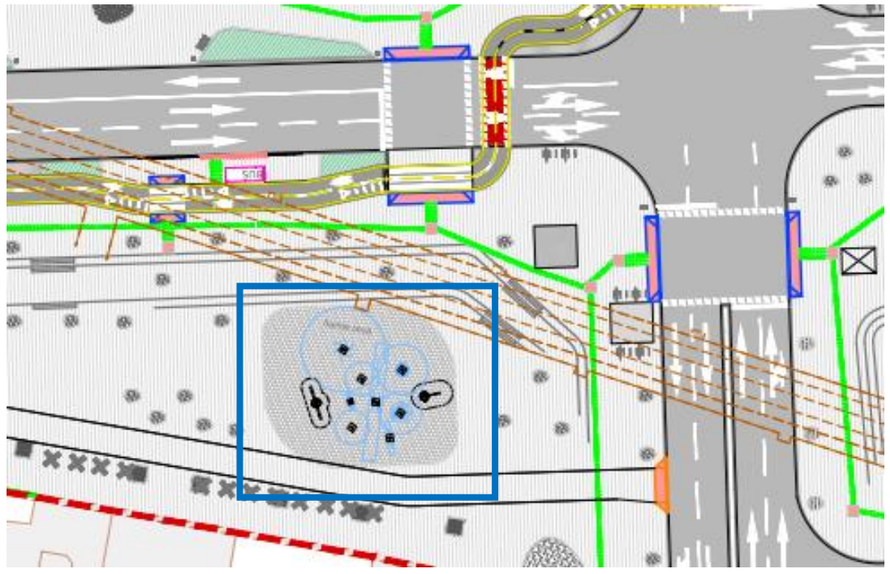
Juegos infantiles (3). Juegos de muelles, juegos balancín, redes de escalada & estructuras sobre pavimento de terrizo. Juegos de agua y columpios sobre pavimento de caucho.



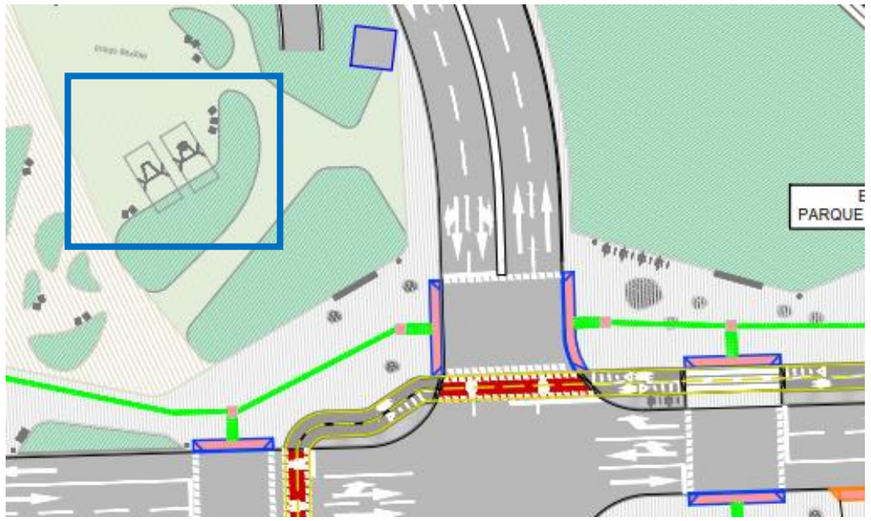
Juegos infantiles (4). Columpios y multijuego sobre pavimento de caucho.



Juegos infantiles (5). Juegos de muelles, juegos balancín, redes de escalada & estructuras y columpios sobre pavimento de caucho, incluyendo un 50% accesible tipo columpio nido o inclusivo.



Juegos infantiles (6). Fuente seca sobre pavimento de caucho.



Juegos infantiles (7). Columpios sobre prado flexible.

Elementos de juego accesibles

Los elementos de juegos accesibles deberán cumplir las siguientes condiciones generales además de las específicas según su categoría.

1. Condiciones generales:

a) Se localizarán de forma combinada con los demás elementos de juego disponibles evitando la creación de zonas segregadas.

b) Su diseño debe permitir una rápida e inequívoca percepción de cómo deben utilizarse, incluso mediante la utilización, en su caso, de sistemas de comunicación aumentativa.

c) Incorporarán contrastes de texturas y de colores para facilitar la identificación y utilización a las personas con discapacidad sensorial.

d) En aquellos elementos que incorporen asientos, estos deberán garantizar la estabilidad de usuarios con discapacidad física disponiendo de: respaldo, protecciones en ambos laterales y sistemas de agarre cómodos, además de permitir la utilización por parte de usuarios de distinto tamaño.

e) Aquellos elementos de juego que incorporen algún componente elevado dispondrán de escalera con plataforma de transferencia o rampa que permitan el acceso a la cota superior mediante el gateo o arrastre corporal.

Escaleras o rampas deberán disponer de pasamanos a ambos lados. Los escalones tendrán una anchura mínima de 60 cm, profundidad mínima de 35 cm. y contrahuella cerrada de 18,5 cm. de altura máxima.

Las plataformas de transferencia tendrán unas dimensiones mínimas de 60 cm de ancho por 45 cm de profundidad, localizada a una altura de entre 40 y 50 cm desde el suelo. Deberá tener elementos de apoyo o agarre que faciliten su uso.

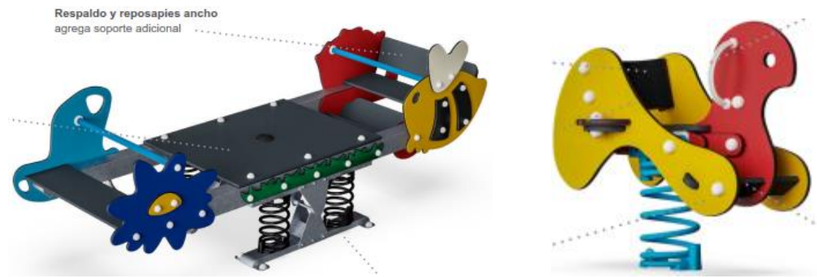
f) Cuando se proporcionen componentes de juego con características interactivas o manipulativas, se deberán considerar rangos de alcance de acuerdo con la actividad propuesta.

Juegos infantiles. Rampas accesibles.

2. Condiciones específicas según categoría:

Balancines y juegos de muelles

Contarán con reposapiés para asegurar la estabilidad.



Juegos infantiles. Balancines de muelles.

Toboganes

La sección de salida dispondrá de una superficie horizontal de longitud mínima de 60 cm para evitar que el usuario caiga al suelo directamente.

Juegos de rotación

Los carruseles con plataforma a nivel de suelo contarán con acceso a nivel para sillas de ruedas y que ésta se pueda mantener estable, en su lugar durante el movimiento.

Juegos infantiles. Juegos de rotación.

Los carruseles tipo cuenco de uso individual o en grupo deberán permitir una posición corporal tumbado y/o sentado con elementos de agarre. Además, si el elemento prevé posición de pie debe contar con sistemas de agarre adecuados y con apoyo lumbar.

Columpios

Dispondrán, al menos, de uno de los asientos de tipo cesta o nido, hamaca, silla con arnés (o equivalente), u otros formatos estables y seguros que fomenten la interacción entre personas con distinta capacidad funcional, ya sea entre menores, ya sea entre menores y acompañantes adultos.

La parte inferior del asiento de silla con arnés (o equivalente) se instalará con una altura máxima entre 35 y 40 cm desde el suelo, para facilitar la transferencia del menor con la ayuda de un acompañante.

Dispondrá de un espacio lateral junto al asiento libre de obstáculos para la aproximación y transferencia, de anchura mayor o igual a 80 cm.

Juegos infantiles. Columpios inclusivos.

Paneles interactivos, juegos musicales y juegos sensoriales

Excepto los que estén diseñados para su manipulación desde el suelo, la parte superior de los elementos manipulables se situarán como máximo a una altura de 120 cm desde el suelo y el borde inferior del panel como mínimo a una altura de 40 cm, quedando el espacio inferior a este borde libre

Los elementos que sean manipulables deben permitir su accionamiento con una sola mano, con el puño o el codo y tener alto contraste cromático. Se deberá tener en cuenta la accesibilidad a personas con discapacidad cognitiva, facilitando su comprensión y utilización.

Juegos de equilibrio

Dispondrán de barandillas, pasamanos ergonómicos, puntos de apoyo y agarre a ambos lados en toda su extensión. La zona de paso será estable y continua, que permita el gateo o arrastre corporal.

Juegos de manipulación de arena o agua

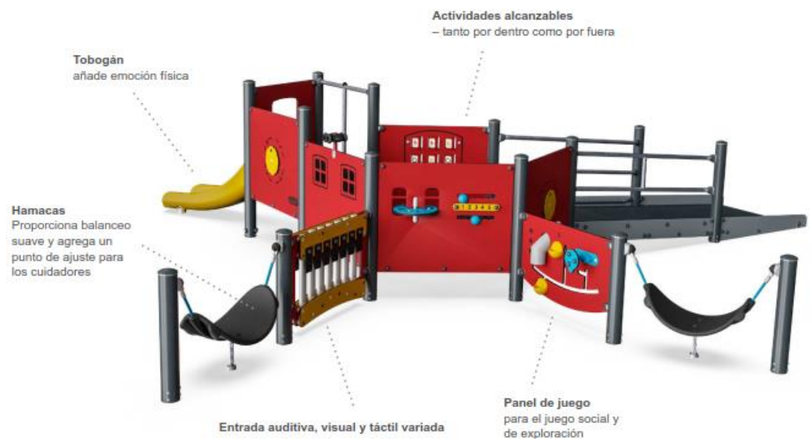
Los elementos de juego para la manipulación de agua o arena, a nivel de suelo dispondrán de un elemento perimetral de delimitación que impida el vertido de arenas sueltas o agua, en su caso, sobre los recorridos accesibles u otras áreas con actividades de juego.

Multijuegos o juegos combinados

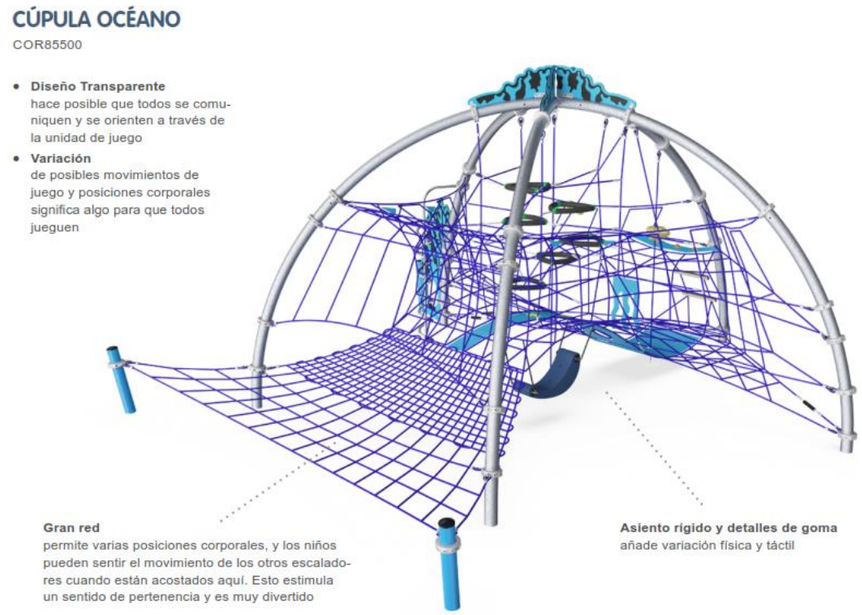
Los componentes de juego que conforman el multijuego cumplirán los requisitos establecidos según la siguiente proporción:

a) Al menos el 50% del total de los componentes de juego que integran el juego combinado, serán accesibles. Las conexiones entre dichos componentes serán accesibles y fácilmente identificables.

b) Si el multijuego presenta componentes de juego situados a un nivel superior del nivel de suelo, al menos el 25% de dichos componentes situados en niveles superiores deberán contar con criterios de accesibilidad.



Juegos infantiles. Multijuegos.



Redes de escalada & estructuras.

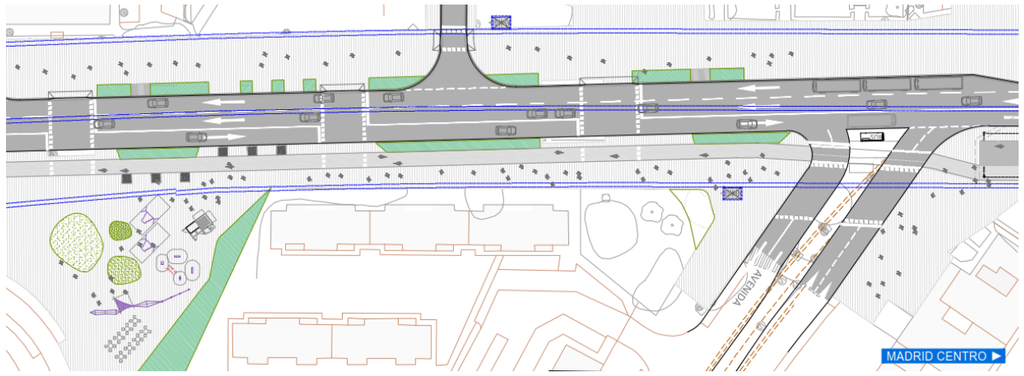
Otras categorías

Cualquier elemento de juego no incluido directamente en las categorías anteriormente mencionadas deberá cumplir, en cualquier caso, con las condiciones generales y las específicas de la categoría con mayor similitud.

Por último, hay que tener en cuenta que todos los juegos infantiles que finalmente se instalen en las diferentes zonas de juego deberán estar homologados por el Ayuntamiento de Madrid o superar el procedimiento de homologación (ya que también se pueden proponer juegos infantiles de diseño propio).

4.29.8 Carril bici

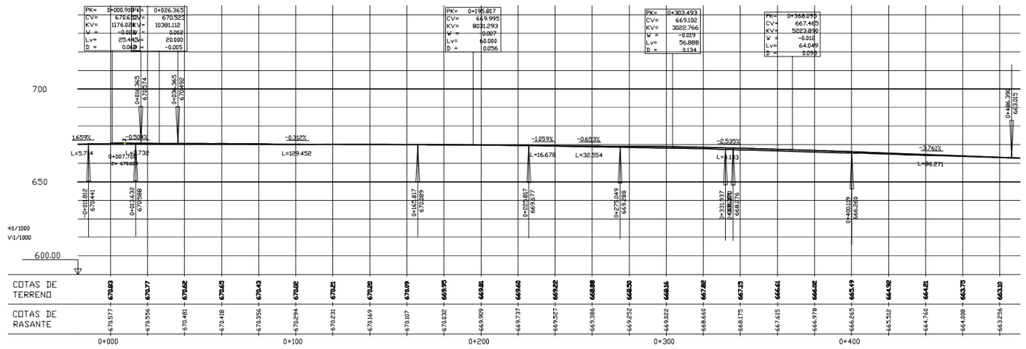
Se ha proyectado un carril bici junto al vial de coches sentido Madrid, de acuerdo con el Manual de Diseño de Infraestructura Ciclista en Madrid, versión revisada en 2021, así como las recomendaciones de carriles ciclistas y la normativa de accesibilidad vigente.



Planta de urbanización del Paseo del Suroeste. El carril bici se dispone junto al vial de tráfico rodado sentido Madrid.

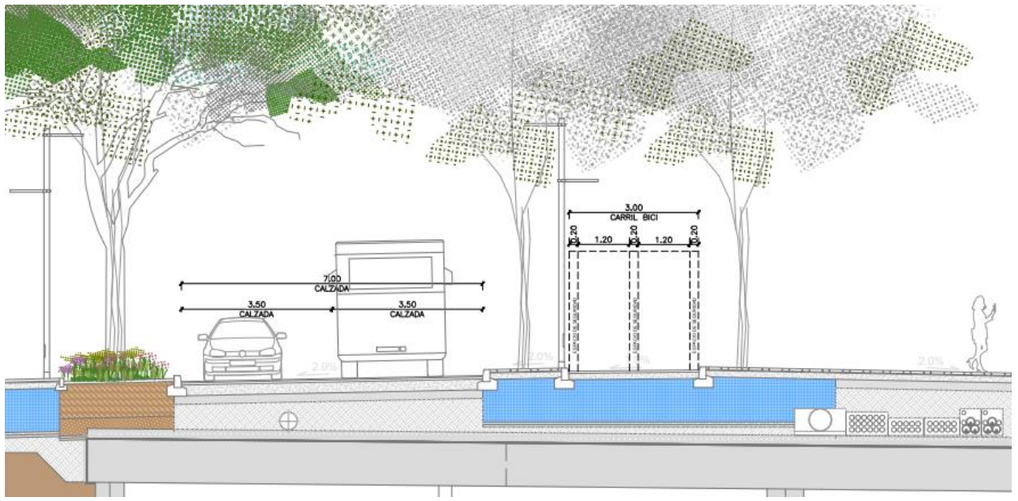
Se trata de un carril bici bidireccional semaforizado, que se define en una plataforma separada del tráfico rodado mediante una banda ajardinada y junto a la acera peatonal. El recorrido se inicia junto al P.K. 0+640, discurre en paralelo a la calzada viaria junto al viario de tráfico rodado sentido Madrid; a la altura del P.K. 1+600 se cruza con el Anillo Verde Ciclista y finaliza a la altura de la Puerta Grande de la Casa de Campo, en torno al P.K. 3+650. El carril bici deprimido 10cm. como mínimo respecto a la acera, configurando una calzada independiente de ésta.

Tiene una longitud total de 3.425 metros y una anchura total de 3 metros, 1,50 m por sentido de circulación, de forma que cumple con las recomendaciones de Manual de Diseño de Infraestructura Ciclista en Madrid para este tipo de viales de doble sentido. La pendiente longitudinal media oscila en torno al 2%, excepto en un pequeño tramo del eje 72, de 100 metros, que alcanza un 3,76%. Como se puede apreciar en el perfil longitudinal del Eje 70, del tramo inicial, que se muestra en el gráfico adjunto.



Perfil longitudinal del carril bici proyectado, Eje 70, ubicado al inicio del carril-bici.

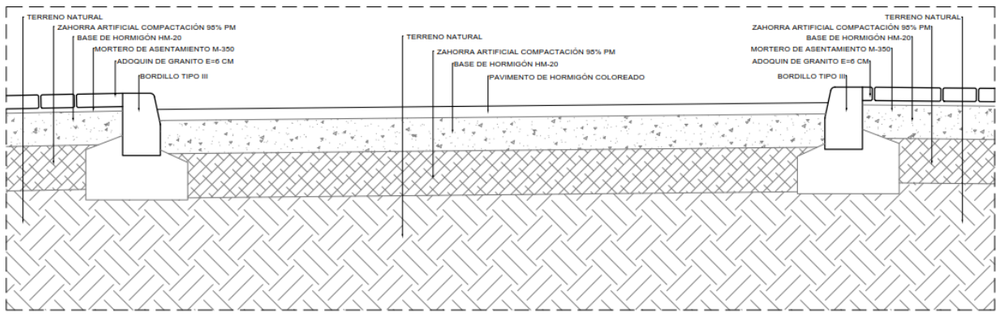
La sección tipo está configurada con una acera peatonal (norte) de 8 m de anchura acompañando un vial de doble sentido de dos carriles de 3,5 m cada uno. Se establece un desnivel de 14 cm entre acera y calzada con bordillo de 14 cm de plinto. La calzada se establece con peralte único hacia la línea de bordillo dejando la parte alta como límite del carril bici. **El carril bici queda deprimido 10 cm respecto a la acera**, con peralte hacia la calzada, quedando 4 cm elevado sobre ésta. El plinto de los bordillos que delimitan el carril bici es de 10 cm. Una franja de separación con vegetación variable acompaña el carril ciclista. Los espacios peatonales y de paseo surgen en el resto de la sección como entornos que se integran en la topografía y dan continuidad de relación con los barrios limítrofes.



Sección transversal por el carril bici, situado junto al vial de tráfico rodado sentido Madrid.

En cuanto a los materiales, el carril bici se compone de un pavimento de hormigón coloreado de 5 cm de espesor, sobre una losa de hormigón HM-20 de 15 cm de espesor, que apoya sobre una base de suelo

estructural compuesto por un 60% de gravas de machaqueo, de 2-4 cm, 20% de tierra de jardinería con un 20% de volumen de microporos entre partículas.



Detalle 2. Encuentro acera —carril-bici —acera.

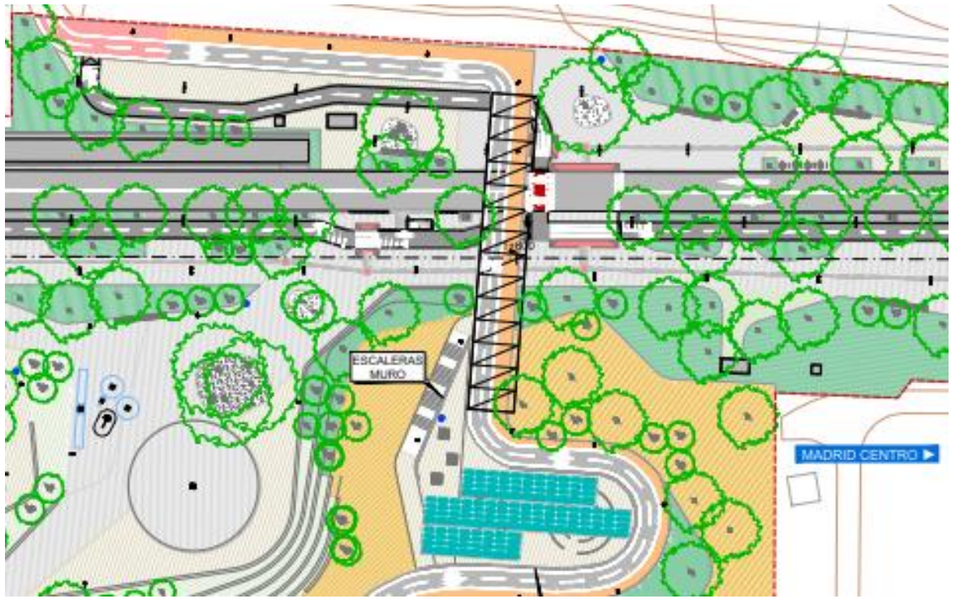
Tanto la señalización vertical, como la horizontal se ajusta a lo establecido en el Manual de Señalización de Vías Ciclistas del Ayuntamiento de Madrid en la Normalización de los Elementos Constructivos del Ayuntamiento de Madrid (NEC 20195), cuya última revisión recoge ya un completo conjunto de marcas viales relativas a la movilidad ciclista.

A lo largo del recorrido se dispone mobiliario urbano para el aparcamiento de las bicicletas, ubicado de tal forma que no se reduce la sección del viario de tráfico rodado, ni del peatonal ni del propio carril bici.

4.29.9 Interacción con vías ciclistas

Como se ha descrito en párrafos anteriores, el carril bici discurre paralelo a la calzada viaria junto al viario de tráfico rodado sentido Madrid. En dos puntos del recorrido se producen interacciones con carriles-bici existentes, cuyo tratamiento, acorde con el Artículo 38 de la Orden VIV. 561/2010, se describe a continuación.

- La primera se produce a la altura del P.K. 1+600, junto a la plaza-mirador de Boadilla, donde se cruza con el Anillo Verde Ciclista. Se ha previsto la conexión por el lado Norte, en la Casa de Campo. Como se puede apreciar en la figura adjunta.



Planta del carril bici, cruce con Anillo Verde Ciclista, en torno al P.K. 1+600.

- La segunda tiene lugar al finalizar su recorrido, por el lado Norte, a la altura de la Puerta Grande de la Casa de Campo, en torno al P.K. 3+700. En este punto se ha previsto la conexión con el carril bici existente junto al vial de tráfico sentido Alcorcón, a través de un paso de cebra. Como se puede apreciar en la imagen adjunta.

Planta del carril bici, conexión con el carril bici existente junto a la Casa de Campo, P.K. 3+700.

4.29.10 Alumbrado

En general, toda la red de alumbrado se ha proyectado teniendo presente la normativa y especificaciones que le son de aplicación, y específicamente la "Guía para la reducción del resplandor luminoso nocturno del Comité Español de Iluminación", o el "Modelo de ordenanza municipal de alumbrado exterior para la protección del medio ambiente mediante la mejora de la eficiencia energética" del Comité Español de Iluminación y el IDEA.

Se define una nueva instalación de alumbrado en el ámbito de la nueva urbanización sustituyendo los báculos existentes por columnas de alumbrado de tipología más urbana. La red de Alumbrado Público proyectada discurre por ambas aceras del nuevo paseo verde, a ambos lados del nuevo viario en superficie.

Los niveles lumínicos de referencia cumplen lo especificado en el cuadro 43.10.1.2. En concreto, la nueva red se diseña con los niveles lumínicos de referencia indicados en la Tabla 1.

En todos los recorridos peatonales el nivel lumínico es superior a 20 Lux y en todos los recorridos del carril bici el nivel lumínico es superior a 15 Lux.

TABLA 1. Niveles lumínicos de referencia

Tipo de área	Nivel de servicio medio (lux)	Uniformidad
Viales	15-22	0,3
Aceras	15-20 (*)	0,4
Carril bici	10-15	0,2
Zonas verdes	7-15	0,2

(*) 20 lux para los itinerarios peatonales accesibles.

4.29.11 Semaforización

La semaforización prevista ordena la movilidad de vehículos y peatones en todo el tramo objeto del proyecto en base a las modelizaciones de tráfico realizadas para el proyecto e incluidas en el estudio de tráfico adjunto en el anejo 6 del presente proyecto.

- Los pasos de peatones estarán todos semaforizados. Estarán sincronizados entre sí para generar ondas verdes.
- Las instalaciones previstas no representan ningún tipo de barrera arquitectónica, los pasos de peatones disponen todos de sistema de aviso para invidentes.
- Habrá un carril bicicleta en todo el eje, por lo que los semáforos para peatones tendrán LA MASVARA de la bicicleta en estos pasos.

Los patronos sonoros para personas invidentes se ajustarán al manual de accesibilidad para espacios públicos urbanizados del Ayuntamiento de Madrid:

a) Calles de uno o dos sentidos de circulación, que admitan la incorporación de vehículos y se encuentren reguladas por luces en ámbar intermitente en todo o en parte del ciclo correspondiente al paso de peatones.

b) Calles en las que el semáforo cuente con un elemento cuya señal luminosa permita el giro de los vehículos de un carril cuando está detenida la circulación de los vehículos correspondientes al resto de carriles.

c) Calles de doble sentido de circulación que presenten semáforos con ciclos diferidos en los carriles de la calzada correspondientes a la incorporación y la salida de vehículos, independientemente de que cuenten o no con isleta central."

4.30 INFORME DE AVANCE DEL MODELO BIM

Como parte del desarrollo continuo bajo metodología BIM del proyecto, se incluyen a continuación los avances significativos y modificaciones acaecidas durante el desarrollo del proyecto, dando más detalle a la entrega de modelos.

4.30.1 Alcance y objetivos

4.30.1.1 Alcance

Dentro del Alcance del proyecto, se han desarrollado los siguientes modelos por disciplinas.

- **Condiciones y entorno existente.** Elaborado con las nubes de puntos montadas para ficheros de Revit y Navisworks y de servicios existentes con mayor afección y condicionamiento al proyecto de trazado lineal y la estructural del túnel. Entre estos servicios se encuentran las dos líneas de metro existentes, las galerías del canal de Isabel II y diversos colectores principales que atraviesan el túnel.
- **Servicios Afectados**. Modelados en Istram y distinguiendo las siguientes subdisciplinas (recientemente añadidas al BEP):
  - **Abastecimiento de agua**.
  - **Abastecimiento de gas.**
  - **Eléctrica.**
  - **Saneamiento.** Incluye además de los tubos, las diferentes galerías en mina propuestas y los pozos de registro.
  - **Telecomunicaciones.**
- **Desvíos provisionales de tráfico**. Mecanizados y trabajados con Istram de manera aproximada para su desarrollo en planos. Exportados en nivel de definición aproximado en iFC y complementados con unos ficheros auxiliares con líneas 3D de AutoCAD.
- **Trazado lineal**. Trazado definitivo del túnel, ramales y del viario de superficie.
- **Señalizamiento y balizamiento.** Modelo que incluye la señalética del túnel correspondiente a sistemas electrónicos. La señalética relativa a la evacuación va incluida en los modelos de sistemas de emergencia. Está incluido como una subdisciplina dentro del modelo conjunto de las instalaciones del túnel en el fichero nativo.
- **Sistemas de drenaje.** Consta de dos secciones:
  - El drenaje del túnel desarrollado en Revit. Incluyen los pozos de registro.
  - El drenaje del viario de superficie desarrollado en Istram. Incluyen los pozos de registro
- **Geología y geotecnia.** Con problemas de exportación en fases previas. Consta de dos secciones:
  - Los estratos geotécnicos.
  - Los sondeos.
- **Instalaciones eléctricas.** Consta de dos secciones:
  - Modelo del túnel en exportación a IFC y que está incluido como una subdisciplina dentro del modelo conjunto de las instalaciones del túnel en el fichero nativo. Este modelo incluye las luminarias; los prismas eléctricos del túnel y sus arquetas; y las bandejas de cables.
  - Como parte del modelo conjunto que contine las disciplinas de instalaciones en los modelos de:
    - Salidas de emergencia. Solo requiere de cuadros y luminarias.
    - Salas técnicas
- **Instalaciones mecánicas.** Consta de dos secciones:
  - Modelo del túnel en exportación a IFC y que está incluido como una subdisciplina dentro del modelo conjunto de las instalaciones del túnel en el fichero nativo. Este modelo incluye los ventiladores así como las rejillas de ventilación necesarias entre otros.
  - Como parte del modelo conjunto que contine las disciplinas de instalaciones en los modelos de:
    - Salidas de emergencia. Sistema de presurización de las salidas.
    - Salas técnicas
- **Telecomunicaciones.** Consta de dos secciones:
  - Modelo del túnel en exportación a IFC y que está incluido como una subdisciplina dentro del modelo conjunto de las instalaciones del túnel en el fichero nativo.
  - Como parte del modelo conjunto que contine las disciplinas de instalaciones en los modelos de:
    - Salidas de emergencia
    - Salas técnicas
- **Sistemas de emergencias.** Estos modelos incluyen los sistemas de alarma, los sistemas de protección contra incendios y la señalética que acompaña a la protección como la que indica el sistema de evacuación. Consta de dos secciones:
  - Modelo del túnel en exportación a IFC y que está incluido como una subdisciplina dentro del modelo conjunto de las instalaciones del túnel en el fichero nativo.
  - Como parte del modelo conjunto que contine las disciplinas de instalaciones en los modelos de:
    - Salidas de emergencia
    - Salas técnicas
- **Urbanización.** Realización del terreno final de la urbanización.
- **Estructuras.** La disciplina de estructuras de este proyecto está integrada en otras disciplinas de la forma siguiente:
  - Como una subdisciplina dentro de la disciplina del túnel.
  - Como parte del modelo conjunto que contiene las disciplinas de Arquitectura y Estructura en los modelos de:
    - Salidas de emergencia
    - Salas técnicas

  No se ha requerido el desarrollo de ninguna estructura singular que no vaya integrada dentro del túnel.
- **Túnel**. Generación de los elementos estructurales del túnel a partir del trazado desarrollado en fases previas y modificado durante esta fase.
- **Arquitectura.** La disciplina de arquitectura de este proyecto, al igual que la disciplina de estructuras, están integradas en otras disciplinas de la forma siguiente:
  - Como una subdisciplina dentro de la disciplina del túnel.

- Como parte del modelo conjunto que contiene las disciplinas de Arquitectura y Estructura en los modelos de:
  - Salidas de emergencia
  - Salas técnicas

No se ha requerido el desarrollo de ningún edificio singular como se previa en el BEP.

- **Infraestructuras de entorno de urbanización.** No hay ninguna pequeña estructura adicional que haya tenido que considerase para el proyecto.

4.30.1.2 Objetivos

Dentro de los objetivos marcados se han resuelto del siguiente modo a lo largo del proyecto:

- **Obtener un modelo digital para la mejora en cuanto a la elección de alternativas de trazado y diseño de proyecto.** Las diferentes alternativas desarrolladas con Istram han permitido estudiar y valorar las diferentes opciones.
- **Servir como modelo para el control de los servicios afectados y la óptima intervención y modificación de estos.** Se han desarrollado los servicios existentes principales (Galería del Canal, Líneas 5 y 6 Metro y dos colectores principales) así como parte de los secundarios. La reposición de servicios incluida ha permitido la detección de problemas sobre todo en los cruces, que han ocasionado el rebaje de las losas en zonas puntuales de pasos.
- **Facilitar como modelo representativo en las mejoras de visualización, gestión de la información y gestión de proyectos en metodología BIM.**
- **Control de coordinación entre todas las diferentes disciplinas del proyecto.** Gracias a la disposición de un modelo federado y la posibilidad de tener cargadas las diferentes disciplinas en los softwares nativos.
- **Control de estándares y codificación de los elementos.** Lo que permite la identificación de los elementos rápidamente, su exportación a formato abierto de toda la información, y realizar las mediciones de una manera más directa.
- **Control de la información entre las diferentes fases del proyecto y asegurar la continuidad de información durante todo el ciclo de vida del proyecto.** Vinculación durante estas fases con las mediciones gracias al uso de los elementos modelados para el desarrollo de los presupuestos.

4.30.2 USOS BIM Y PROCESOS

4.30.2.1 Usos BIM

Actualizados con los avances realizados durante esta fase.

Actualizados con los avances realizados durante esta fase.

- **Información centralizada**. Se ha usado el servidor FTP para compartir la información del proyecto. Se ha lanzado el uso de Trimble Connect desde la Fase IV para la visualización del avance de los modelos BIM.
- **Análisis de alternativas.** El procedimiento se ha realizado con el uso de modificaciones sobre el modelo principal, manteniendo parte de las alternativas en ficheros de Istram separados. Las alternativas de diseños como diferentes opciones de salidas de emergencia se han gestionado con ficheros independientes.
- **Modelado de condiciones existentes**. El uso de la nube de puntos para determinar las existencias a nivel de urbanización, edificación y límites. Esta complementado con los servicios existentes modelados.
- **Gestión del diseño.** Gracias a la toma de decisiones sobre los propios modelos. Esta toma de decisiones ha sido muy útil en varios frentes:
  - **En salas técnicas.** Convivencia de las estructuras de la propia sala técnica con los espacios requerido por instalaciones, y siempre teniendo en cuenta su enganche con el túnel, por medio de aberturas para la ventilación y con la losa superior. Cabe destacar la existencia de un aparcamiento en la sala técnica 02 y la ventilación de la línea 6 de Metro en la sala técnica 03.
  - **Urbanización.** La superficie final ha sido fundamental para determinar la funcionalidad de los espacios y recorridos propuestos, que cumplan accesibilidad, así como para garantizar la correcta cubrición del túnel en todos los puntos.
  - **Servicios Afectados.** Convivencia entre la estructura de todos los componentes y los servicios, lo que ha ocasionado rebajes estructurales en puntos determinados o modificaciones sobre el curso original del servicio.
- **Procesos de coordinación y calidad.** Se ha continuado el control de la información introducida en los modelos por medio del uso del diccionario y del mapeo de datos en origen comentados en el BEP.
- **Estimación de costes.** Exportaciones de la información de mediciones desde los elementos modelados para su vinculación con los presupuestos.
- **Planificación por fases.** Aunque se haya estudiado la planificación de las fases temporales, todavía no están aplicadas en ningún modelo. Se ha dejado previsto los campos para una fase posterior o de construcción. Si que se han incluido los desvíos provisionales de tráfico, que han sido estudiados en detalle para la obtención de los volúmenes de excavación y relleno.
- **Planificación de ocupación de espacios.** Esta planificación no está aplicada en los modelos BIM. Se ha partido a partir de la información de estos y la desarrollada en 2D para integrarla en ArcGis además de la vinculación con las expropiaciones.
- **Análisis de ingeniería.** Se han aplicado en los modelos de trazado en el desarrollo de las pendientes y acuerdos posibles, así como en el encaje geométrico según las dimensiones de las vías y enlaces. También para el desarrollo de
- **Planos. Documentación 2D.** Parte de los planos entregados han partido del modelo de trazado y luego su modificación y presentación en AutoCAD. Respecto a estructuras, las plantas se han obtenido por medio de exportaciones de los modelos, mientras que los alzados de pilotes han sido desarrollados por medio de la información de diversas fuentes. Las salas técnicas y las salidas de emergencia se han exportado directamente de los modelos por su facilidad de montaje e integración con todas las disciplinas montadas en AutoCAD.

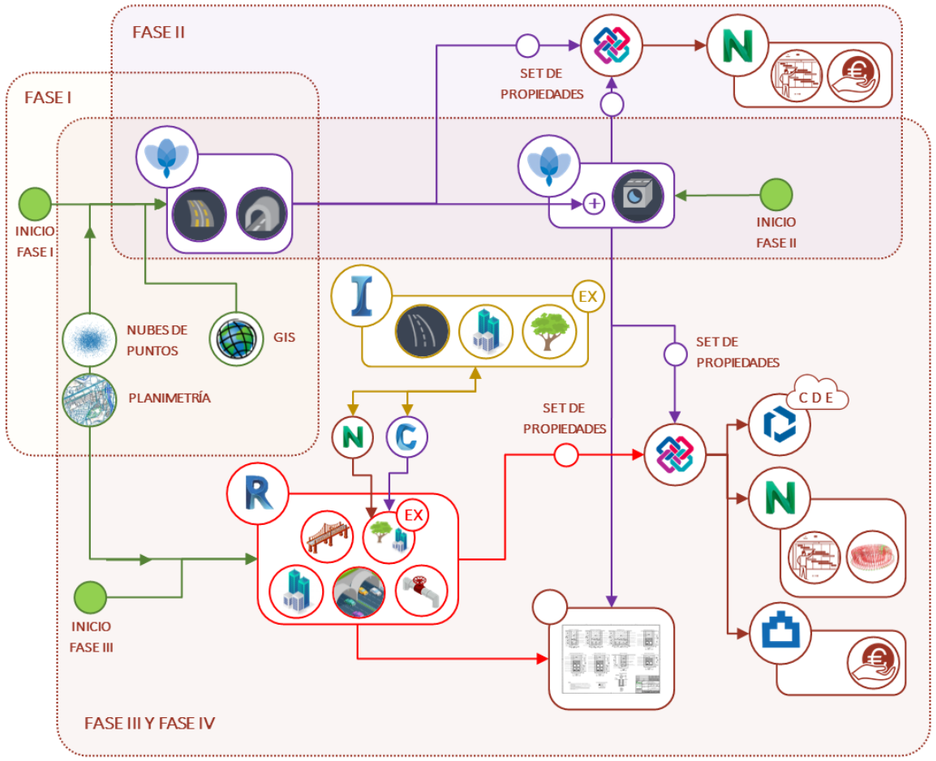
- **Infografías y recorridos visuales.** Las infografías y el vídeo presentado se obtuvieron a partir del modelado BIM para la parte de estructuras, arquitectura e instalaciones. La urbanización y sus componentes se modelaron en 3DMax para la realización del vídeo.

4.30.2.2 Procesos BIM

Como está descrito en el BEP el proyecto se compone de varias fases:

- Fase 0 – Planteamiento de los trabajos
- Fase I – Trabajos previos
- Fase II – Avance de proyecto de construcción
- Fase III – Definición de elementos constructivos
- **Fase IV, V y VI – Proyecto constructivo**

El resumen de las fases planteadas en el BEP.



Flujo general para las siguientes fases

FASE I, II y III

Se han realizado con las modificaciones señaladas en este informe y registradas en la sección complementaria del final que permite llevar un registro.

Principalmente es la no realización de un modelado de Infraworks para entorno, ni para fases iniciales, gracias al uso de Istram desde el primer momento de la definición y la disposición de la nube de puntos para la obtención de las condiciones existentes.

FASE IV, FASE V y FASE VI

Las fases IV, V y VI, hacen referencia a sucesivas etapas dentro del proyecto constructivo.

Cada una se entiende como una modificación sobre la anterior, a nivel de condicionantes de diseño y de avance.

Desde el desarrollo de Fase IV no ha tenido variaciones respecto al esquema de procesos general. Aunque cabe destacar el desarrollo de los planos. Todos los planos se están desarrollando y montando en AutoCAD, a partir de la documentación dada por las diferentes disciplinas y exportadas de los diferentes modelos. Aunque se previa el montaje de los modelos de Revit bajo el propio programa, se ha descartado por la convivencia y mala integración del trazado del túnel en Revit desde formato IFC y por no poder realizar longitudinales estructurales en zonas de curvas donde la rasante viene exportada desde Istram y Revit lo imposibilita. Sin embargo, para todas las disciplinas cuya definición era suficiente en el modelo se han exportado desde ahí (Plantas, transversales y longitudinales desde Istram; salas técnicas y salidas de emergencia completamente, pantallas de pilotes en planta del túnel y secciones de zonas de estructuras todo desde Revit).

4.30.3 ORGANIZACIÓN DE LOS MODELOS

4.30.3.1 División y estructura de los modelos

En la Fase IV se han proseguido con el desarrollo del modelo de Istram que se involucran varias disciplinas:

Los modelos se han desarrollado usando los diferentes softwares:

En Istram:

- Trazado Lineal – Viario del túnel y de superficie
- Sistemas de drenaje – Relacionado con el viario en superficie
- Servicios Afectados – Con las subdisciplinas de abastecimiento de agua, abastecimiento de gas, telecomunicaciones, eléctrica y saneamiento

- Túnel (Istram) – Sólo la losa inferior y las losas superiores se usa como tal, los demás elementos sirven de referencia para la extracción de coordenadas y visualización 3D en la generación posterior realizada en Revit.

En Revit:

- Túnel.
- Salas técnicas.
- Salidas de emergencia
- Instalaciones
- Sistemas de drenaje – Túnel
- Urbanización – Superficie final

Además de lo anterior están los modelos geotécnicos y geológicos.

- Estratos
- Sondeos

La utilización de los modelos de condiciones existentes por medio de los siguientes ficheros:

- De un fichero tratado de nube de puntos obtenido de la toma de datos de la realidad existente y montado en Navisworks que a su vez puede ser cargado en Revit para procesos de coordinación.
- Servicios principales existentes desarrollados en Istram
- Fichero de topografía y cartografía trabajado en Civil 3D – No incluido como exportación

Pese a esta división por disciplinas y por software, hay que añadir una división de los modelos abiertos en formato IFC por lotes, siguiendo la modificación de nombrado actualizada en el Plan de Ejecución BIM.

4.30.3.2 Trazado lineal

El trazado lineal es el modelo maestro determinante para el desarrollo de planos del túnel y estructuras del túnel, así como referencia de cota para salas técnicas y salidas de emergencia.

Dentro de las exportaciones del trazado encontraremos:

- Firmes, aceras y bordillos del túnel
- Firmes y bordillos del viario de superficie

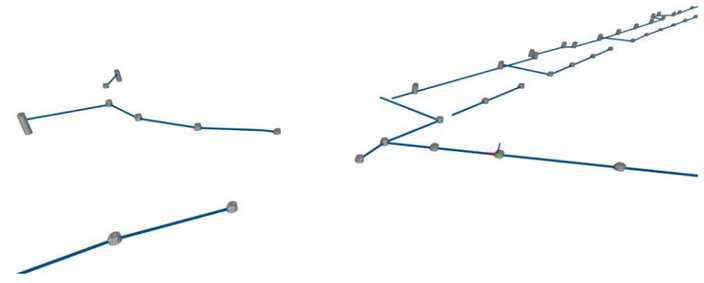
Como referencia e importado en Revit:

- Losa superior del túnel y ramales
- Losa inferior del túnel y ramales

4.30.3.3 Sistemas de drenaje

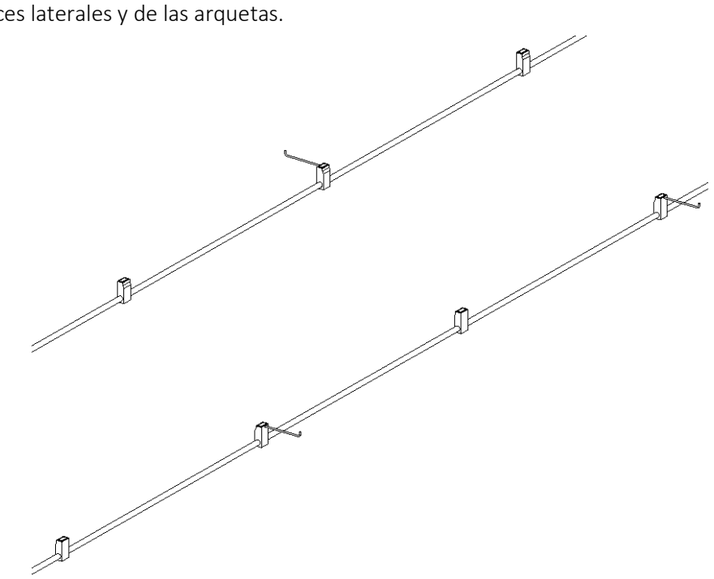
El sistema de drenaje está desarrollado con dos métodos diferentes:

- Istram – Para el drenaje de los viarios en superficie.
  Este drenaje incluye los diferentes pozos de registro requeridos.



Zoom del sistema de drenaje en superficie

- Revit – Para el drenaje de dentro del túnel
  Este sistema de drenaje consta de los colectores principales, de los secundarios que se recogen de los caces laterales y de las arquetas.



Zoom del sistema de drenaje del túnel

4.30.3.4 Servicios afectados

En los servicios afectados encontramos los diferentes modelos de reposición de servicios:

- Abastecimiento de agua
- Abastecimiento de gas
- Eléctrica
- Saneamiento
- Telecomunicaciones

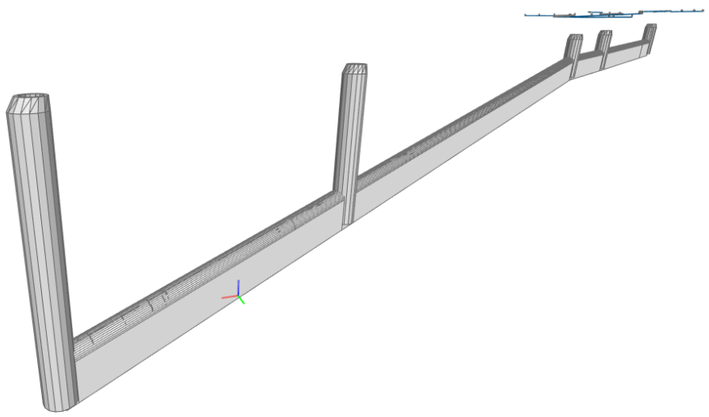


Imagen de la reposición de saneamiento en una zona de galería en mina.

4.30.3.5 Túnel

El fichero del túnel que incluye los ramales además de la estructura del túnel, así como las estructuras parciales que se definen como solución a los diferentes enlaces existentes y que se demuelen a posteriori.

A destacar lo siguiente:

Las losas inferior y superior están importadas directamente desde Istram.

Para la colocación de pilotes en planta como en altura, así como para definir su longitud se han usado diversos scripts con Dynamo desde Revit.

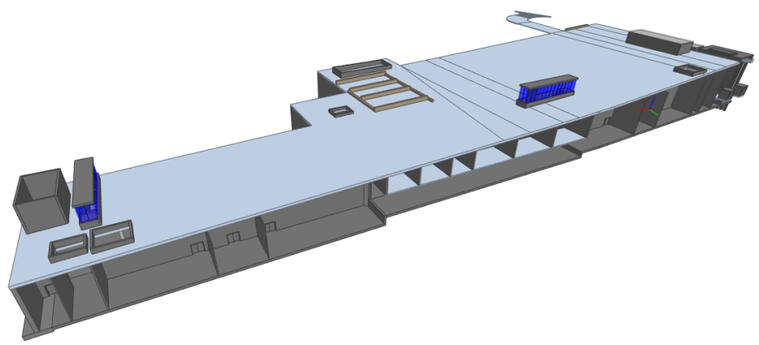
El script de colocación de pilotes en altura se adapta a la losa importada desde Istram por medio del uso de coordenadas intermedias exportadas y recogidas en un fichero Excel.

La longitud de los pilotes se ha estudiado en base a secciones longitudinales de Istram con la rasante del túnel, de forma que siempre se empotren en el terreno una distancia mínima y evitando que sea cada uno distinto. Estos cálculos iniciales fuera del modelo de Revit por la imposibilidad de secciones precisas en curvas y con la rasante se han introducido en el modelo a posteriori por medio de scripts apoyados en un Excel con la información de longitud.

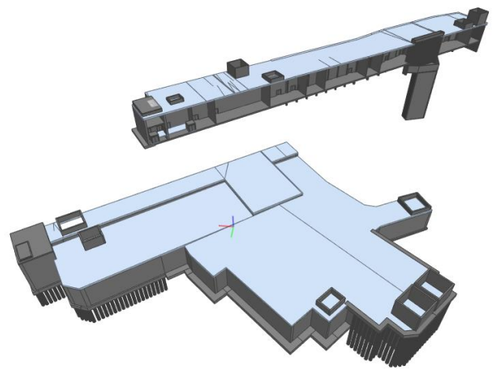
4.30.3.6 Salas técnicas

Las salas técnicas que enganchan exteriormente con el túnel se han desarrollado y de forma mixta para estructura y arquitectura. Su solución escalonada o no, depende de la rasante del túnel y de la urbanización que puede determinar sus diferentes alturas.

A destacar la sala técnica 02, que incluye un aparcamiento en su nivel superior; y la sala técnica 03, que tiene integrada el pozo de ventilación existente de la línea 6 de Metro.



Imágenes de la sala técnica 02



Imágenes de las salas técnicas 03 y 04

4.30.3.7 Salidas de emergencia

Las salidas de emergencia están individualizadas para representar las diferentes variaciones en dimensiones debida a la altura a salvar en cada una de ellas.

Se distinguen cuatro tipos principales: Compartiendo una pantalla del túnel; exentos con doble pantalla; los desarrollados con un acceso bajo la salida de un ramal; y un tipo del que solo encontramos uno en el proyecto que aparece debido a la escasa profundidad en la zona de la conexión con el túnel existente.

Además de las salidas de emergencia desarrolladas (que son 26), hay tres salidas integradas dentro de cada sala técnica o de ventilación (salida 18 en la sala de ventilación 02, la 34 en la 03, y la 35 en la 04).

Todas las salidas disponen de un vestíbulo previo presurizado que sirva de refugio en caso de incendio y que contengan los equipos eléctricos necesarios, y una cámara previa en la rejilla de presurización para evitar la entrada excesiva de agua.

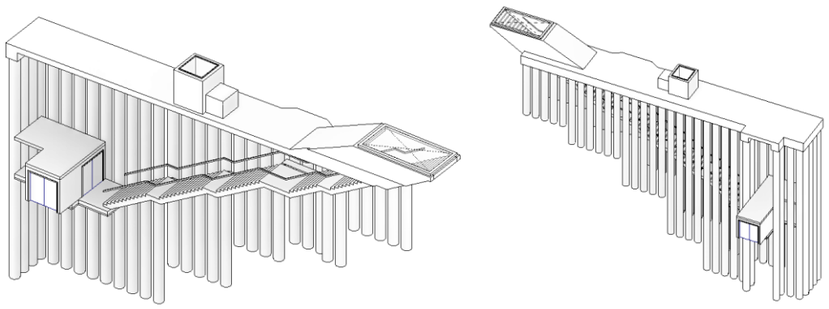


FIGURA 1. Imágenes del tipo adosado al túnel y del tipo exento

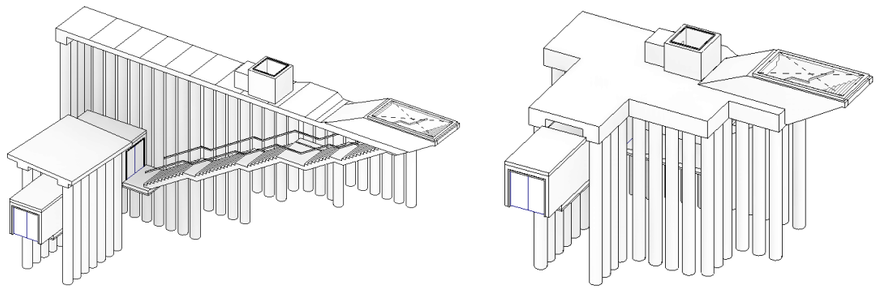
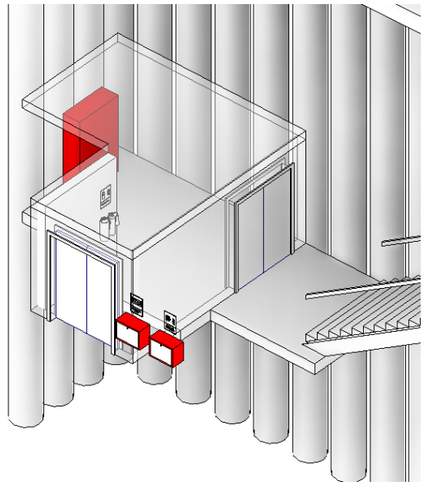


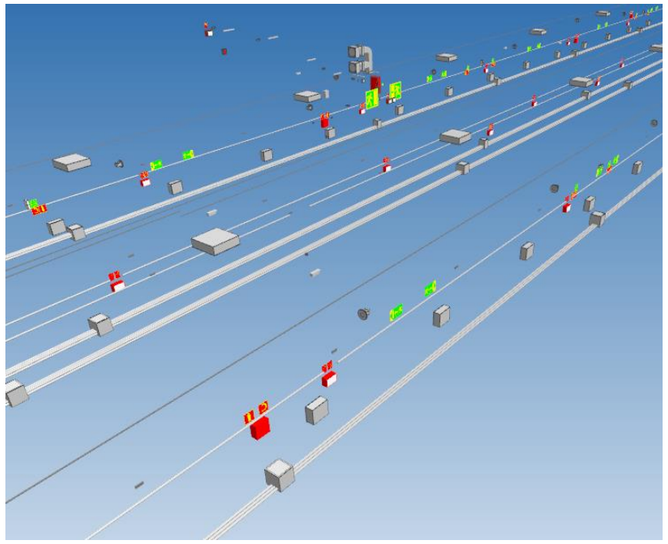
FIGURA 2. Imagen del tipo de salida de emergencia con la zona bajo el enlace y de la salida 36 menos profunda.

4.30.3.8 Instalaciones

Dentro de los modelos de instalaciones, distinguimos los modelos realizados para el túnel, donde las disciplinas están bien diferenciadas, de los modelos integrados en salidas de emergencia y salas de ventilación, que la disposición de pocos elementos permite su exportación como grupo.



Imágenes del sistema de emergencia aplicado a una salida de emergencia



Modelo federado de instalaciones desde BIMCollab Zoom

4.30.3.9 Urbanización

El modelo de urbanización consiste en dos tipos de modelos: por un lado, la topografía final generada por la urbanización y dividida en 3 tramos durante la fase de diseño y por el otro, los carriles bici (el resto de viario está desarrollado como parte del Trazado Lineal)

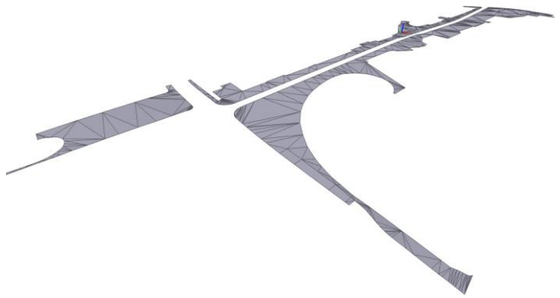


FIGURA 1. Imagen de la exportación de la superficie final de urbanización en uno de sus tramos

Para el desarrollo de la superficie final se ha tomado como referencia la nube de puntos (descrita en el siguiente apartado) en los límites de la intervención, y, en el caso de que no existiera puntos de referencia en una zona, se ha tomado la cartografía / topografía existente como referencia dentro de Revit.
Pero para poder vincularla a Revit, tuvo que pasarse por un proceso previo de mejora y depuración en Civil 3D y del uso de la plataforma BIM360 para permitir la vinculación.

4.30.3.10 Modelos de entorno – Nubes de puntos y Servicios Existentes

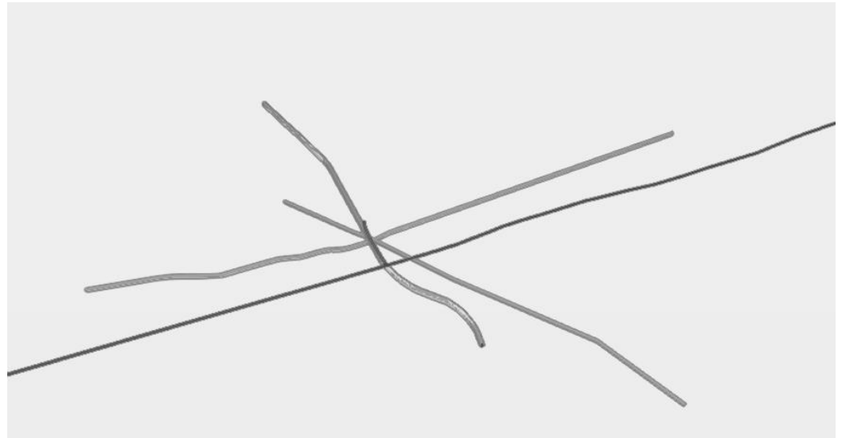
Durante el desarrollo de la Fase III se procesó la nube de puntos y junto con el desarrollo de los servicios existentes en Istram que había empezado a desarrollarse desde la Fase I, se estableció un modelo de coordinación con las posibles afecciones al proyecto.

Aunque se han llegado a desarrollar las edificaciones como masa no son más precisas que la nube de puntos y no añaden información adicional.

La nube de puntos se ha tratado con Recap, un software de Autodesk que permite unir las diferentes nubes de puntos de diferentes formatos (en este caso desde formatos .las). Esta nube permite su vinculación con Revit y Navisworks en el desarrollo de los modelos federados, así como dar una referencia edificatoria, de cota de urbanización y un contexto para el desarrollo de esta, así como dar una referencia de los enlaces existentes.

A su vez la nube de puntos junto con otros datos cartográficos ha permitido su uso como base cartográfica y topográfica para el desarrollo del trazado con dimensiones de movimientos de tierras precisas.

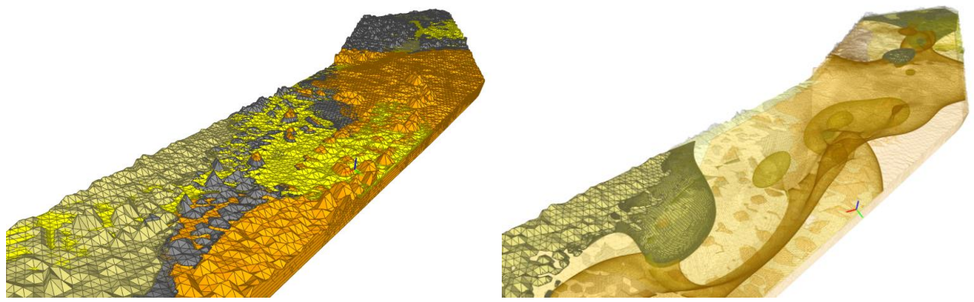
Imagen de la nube de puntos desde Recap en el enlace existente con el túnel de la avenida de Portugal y con el Parque de Atracciones



Visualización de los servicios existentes desde Trimble Connect en el cruce de los colectores principales.

4.30.3.11 Modelos geotécnicos y geológicos - Estratos

Este modelo abarca toda el área del proyecto y sus alrededores y define los estratos principales según la información existente y la de los sondeos.



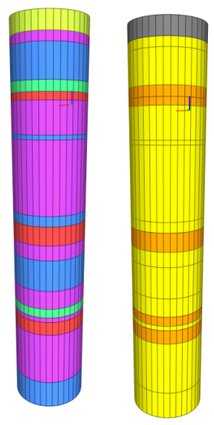
Imágenes de los estratos del modelo geotécnico en sólido y transparente.

4.30.3.12 Modelos geotécnicos y geológicos - Sondeos

Este modelo permite localizar en coordenadas cada uno de los sondeos realizados así como estudiar los diferentes estratos que se han obtenido. Incluyen tres piezas que podrán ser exportadas independientemente según lo que se requiera a nivel de información.

Estas tres superposiciones son:

- Entidad completa.
- Entidades separadas por todos los estratos encontrados.
- Entidades simplificadas a los 4 estratos principales usados para el cálculo en este proyecto.



Imágenes de dos de las superposiciones del modelo de Sondeos. La de la izquierda incluye todos los estratos presentes, mientras que la derecha es una simplificación en los estratos principales que son los considerados para el cálculo.

4.30.3.13 Modelo Federado

Disponemos de varias plataformas para el desarrollo de la federación de modelos.

Disponemos de varias plataformas para el desarrollo de la federación de modelos.

- Navisworks. Propuesto como principal para llevar a cabo el análisis de interferencias durante la Fase IV y para la detección visual de problemas. Este modelo presenta problemas con la importación de los IFCs de Istram para los que se está buscando una solución.
- Trimble Connect. La plataforma permite la visualización individual y simultánea de los diferentes ficheros IFC. Sin embargo, no permite la visualización de la nube de puntos u de otros archivos como la referencia del terreno original, esto solo afecta al entorno original y no a la propuesta del proyecto.
- Revit. En el propio trabajo de modelado de las diferentes disciplinas en Revit podemos cargar los IFCs de Istram con menos problemas y más precisión que en Navisworks, cargar las nubes de puntos o cargar ficheros de referencias (modelos de coordinación) de Navisworks.
- BimCollab Zoom. Utilizado de forma complementaria a Navisworks por los problemas encontrados en la importación de ciertos modelos en formato IFC desde Istram.

4.30.4 Niveles de desarrollo

No ha habido actualización de los niveles de desarrollo ni de la información a exportar a IFC por medio de los conjuntos de atributos que se modificó en Fase II.

4.30.5 Exportación a IFC

Las exportaciones a IFC siguen los criterios definidos en el Plan de Ejecución BIM.

Cada vez son más depuradas y mejoran la trazabilidad de la información del modelo nativo al abierto. Sin embargo, se siguen encontrando problemas en elementos puntuales desde Istram como algunos de los bordillos. Algunos de los mismos se han medido por medio de listados, pero no se han podido incluir en los modelos abiertos.

Finalmente hay una modificación importante en el nombrado de ficheros IFC, al incluir el nombrado de L1, L2 y L3 para distinguir los lotes a los que pertenece cada modelo. Los modelos nativos en base al parámetro de Lote han permitido la exportación selectiva de los elementos en cuestión

4.30.6 Sistemas de clasificación de objetos

Sistema de clasificación GuBIMClass

Se ha descartado según lo comentado en la reunión de coordinación con el Ayuntamiento dado que no aparece en el pliego y no contiene la totalidad de las unidades desarrolladas en este proyecto, al estar pensado para proyectos de edificación.

Modificaciones sobre los conjuntos de atributos

Se ha añadido un nuevo atributo (registrado en el Plan de Ejecución BIM incluido como Apéndice 1) para registrar el Lote al que pertenece cada elemento. Este parámetro con el nombre AYMAD_01_07_Lote se incluye en el primer conjunto de identificación y tiene 3 tipos de valores: Lote 1, Lote 2 y Lote 3 indicando su pertenencia a cada uno de ellos.

4.30.7 Proceso para el cálculo de los movimientos de tierra

Hay que distinguir que los movimientos de tierra son muy importantes en un proyecto de estas características.

Para su estudio y resolución se han utilizado diferentes métodos y también diferentes softwares.

Podemos dividir este estudio en tres:

- Obtención de rellenos y excavaciones durante las fases de desvíos provisionales de tráfico. Para ello se ha ido comparando las superficies desarrolladas en MDT para cada una de las fases y en un nivel de definición LOD200 (Se disponen de IFCs de estos desvíos).
- Obtención de las excavaciones de ramales y túnel: Estas excavaciones se han desarrollado mayormente en Istram al disponer de trazado y referencia estructural de pantallas dentro del mismo.
- Obtención de los rellenos finales para conseguir la superficie de urbanización final: Esto requiere el relleno de los enlaces antiguos, salidas de emergencia, salas técnicas, así como las superficies ocupadas de forma temporal para la realización de las excavaciones, y, muy importante señalar, que no se hayan rellenado ya en última fase de desvíos de tráfico. Este proceso se ha realizado en Civil 3D

La obtención de los rellenos finales requiere de un procedimiento auxiliar importante para el cual se detalla en los siguientes apartados.

4.30.7.1 Obtención del volumen total de relleno

Para la obtención de este volumen total de relleno se ha utilizado Civil 3D como se menciona en la introducción.

La idea general del proceso es el desarrollo de dos superficies que se van a comparar entre sí, tomando una como base y otra como futura; y obteniendo una superficie de comparación con volúmenes y áreas con sus tablas asociadas que pueden ser analizadas por paquetes de desmonte y relleno de la dimensión que queramos.

Para cada uno de los lotes, se ha tomado lo siguiente:

- Como superficie base se ha tomado:
  - La superficie de los desvíos en su última fase, dado que ya se han producido rellenos en enlaces antiguos y sobre la tapa del túnel para permitir el mantenimiento del funcionamiento de la autopista (contemplados en el cálculo con MDT). Esta superficie se trae desde MDT.
  - La inclusión de la losa del túnel para aquellas zonas donde no se haya realizado todavía según las fases de obra, como es el caso de la conexión con el túnel existente de Av. de Portugal. Esta losa se exporta desde Revit y se recrea como una superficie que modifica a la de desvíos.
  - La inclusión de las losas superiores de las salas técnicas que se excavan al terminar la última fase de desvíos y se ejecutan antes del relleno final. Estas losas (sala técnica 02 en el lote 1 y salas técnicas 03 y 04 en el lote 2) se exportan desde Revit y se recrean como superficies individuales que modifican a la de desvíos previamente ya modificada por la superficie de la losa del túnel.
- Como superficie futura se ha tomado:
  - La superficie final de urbanización exportada desde Revit por medio de curvas de nivel y recreada en Civil 3D ajustando y depurando la misma.
  - La superficie de viales en superficies y carriles bici de Istram que se llevan a Civil 3D también y se combinan con la superficie final creada.

La superficie de comparación creada entre ambos y para cada uno de los lotes se detalla a continuación:

- Lote 1:

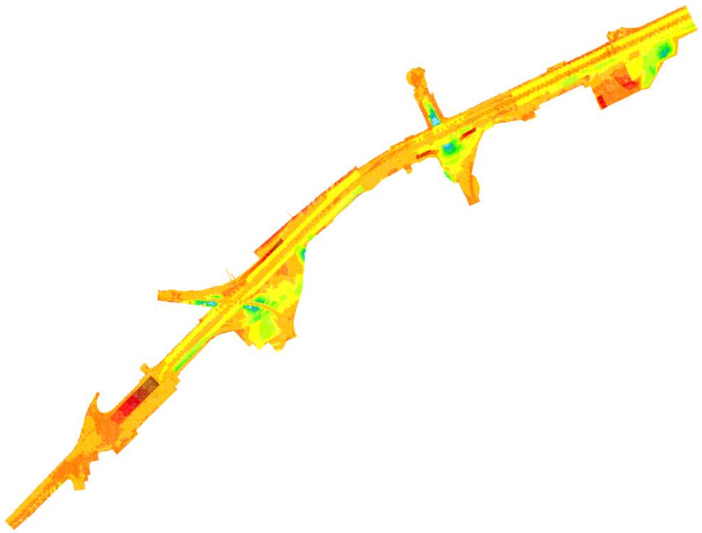
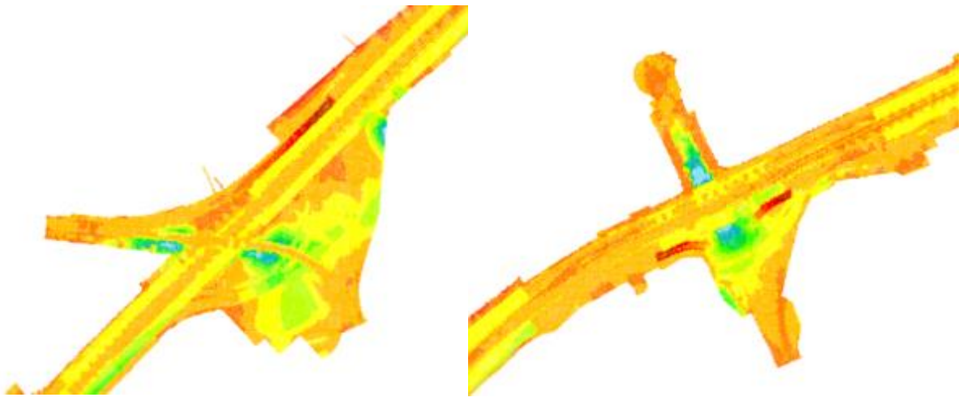


Imagen de la superficie comparativa para el Lote 1.

En la imagen previa se destaca en colores de marrón - máxima altura de excavación - a azul - máxima altura de relleno - en cada zona del lote 1. Se ha dividido en tramos de 1 metro tal y como detalla la leyenda inferior.

Se puede apreciar que hay varios rellenos que no se habían ejecutado en la fase previa en las zonas de los enlaces existentes de Boadilla y Yébenes y que pese a los desvíos provisionales se requiere de la incorporación de rellenos adicionales.



Imágenes en zoom de las zonas de los enlaces

Por otro lado, la sala técnica 02 ha requerido de suma atención en el proyecto dado que se ubicaba en una colina existente (que se mantiene en el extremo sur y dónde hay una cancha de fútbol), y qué por peso se debía evitar rellenar mucho sobre la losa superior de la misma. Como se aprecia en la imagen inferior se ha producido una disminución respecto al terreno original y un relleno adicional para reducir la cantidad de tierras que mover a vertedero.

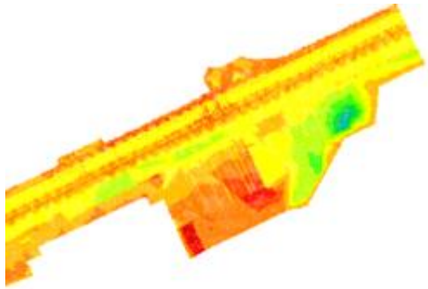


Imagen de la sala técnica 02.

Respecto a las excavaciones de esta fase se señalan las producidas por la rampa de acceso al túnel y por los ramales de Boadilla y Yébenes que se han tenido que restar de los obtenidos por Istram para la obtención del resto de excavaciones de adecuación de la superficie final.

SUPERFICIES COMPARADAS LOTE 1					
Número	Elevación mínima	Elevación máxima	Volumen	Área	Color
1	−7.000	−6.000	28.91	158.36	
2	−6.000	−5.000	404.67	527.91	
3	−5.000	−4.000	1010.89	657.50	
4	−4.000	−3.000	1759.65	838.79	
5	−3.000	−2.000	2661.17	1075.49	
6	−2.000	−1.000	4273.46	2394.42	
7	−1.000	0.000	11795.20	24310.09	
8	0.000	1.000	65824.99	56838.79	
9	1.000	2.000	27477.02	33076.59	
10	2.000	3.000	7102.87	8253.47	
11	3.000	4.000	2667.99	2072.56	
12	4.000	5.000	1400.66	898.72	
13	5.000	6.000	617.14	633.89	
14	6.000	7.000	156.03	314.71	
15	7.000	8.000	1.22	18.83	
16	8.000	9.000	0.00	0.00	
17	9.000	10.000	0.00	0.00	

Leyenda de la superficie comparativa para el Lote 1

- Lote 2:

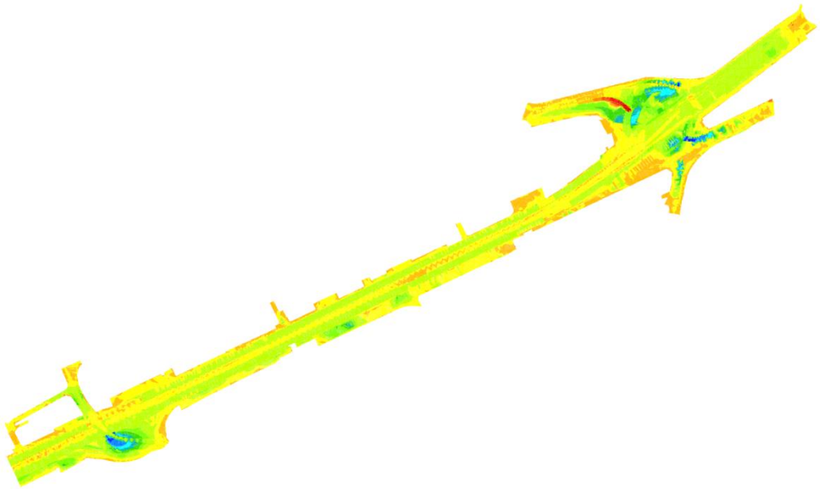
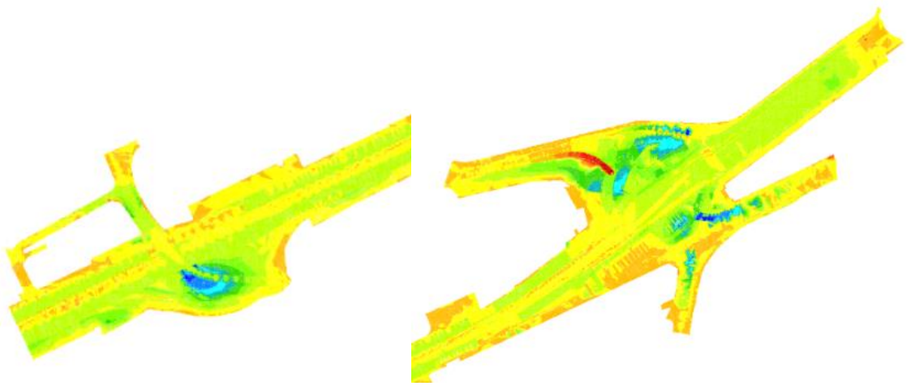


Imagen de la superficie comparativa para el Lote 2.

En la imagen previa se destaca en colores de marrón - máxima altura de excavación - a azul - máxima altura de relleno - en cada zona del lote 2. Se ha dividido en tramos de 1 metro tal y como detalla la leyenda inferior.

Del mismo modo que con el lote 1 encontramos las zonas de enlaces donde se ha rellenado todo lo posible para la reducción del transporte de tierras al vertedero y reutilizar el máximo posible de las tierras excavadas.



Imágenes de los dos enlaces.

SUPERFICIES COMPARADAS LOTE 2					
Número	Elevación mínima	Elevación máxima	Volumen	Área	Color
1	−8.000	−7.000	0.00	0.00	
2	−7.000	−6.000	0.01	0.03	
3	−6.000	−5.000	10.25	30.77	
4	−5.000	−4.000	73.27	107.49	
5	−4.000	−3.000	175.27	89.95	
6	−3.000	−2.000	286.18	119.78	
7	−2.000	−1.000	425.94	187.01	
8	−1.000	0.000	2770.78	14186.58	
9	0.000	1.000	71714.69	47905.63	
10	1.000	2.000	30346.87	40520.32	
11	2.000	3.000	8432.77	6132.51	
12	3.000	4.000	4065.90	2780.93	
13	4.000	5.000	2151.16	1411.79	
14	5.000	6.000	955.32	926.25	
15	6.000	7.000	321.23	436.45	
16	7.000	8.000	38.43	136.17	

Leyenda de la superficie comparativa para el Lote 2

4.30.7.2 Obtención del volumen de arlita

Debido al peso excesivo de terreno cuando sobrepasa el 1.5m de espesor se requiere de la introducción de arlita para reducir el peso sobre las estructuras tanto del túnel como de las salas técnicas.

Para la realización de este cálculo, se debe de generar dos superficies para cada una, donde tomamos una base y otra futura al igual que antes.

- Como superficie base, tomaremos siempre la superficie definitiva del proyecto que teníamos ya desarrollada (que incluía la exportada de Revit, más la obtenida desde Istram para viario en superficie y carriles bici).
- Como superficie futura la superficie de la estructura sobre la que va el relleno pero desplazada 1.5 metros hacia arriba, de forma que tomemos el límite de altura a partir del que comienza a necesitarse la reducción del peso.

A continuación se exponen algunos de los resultados obtenidos:

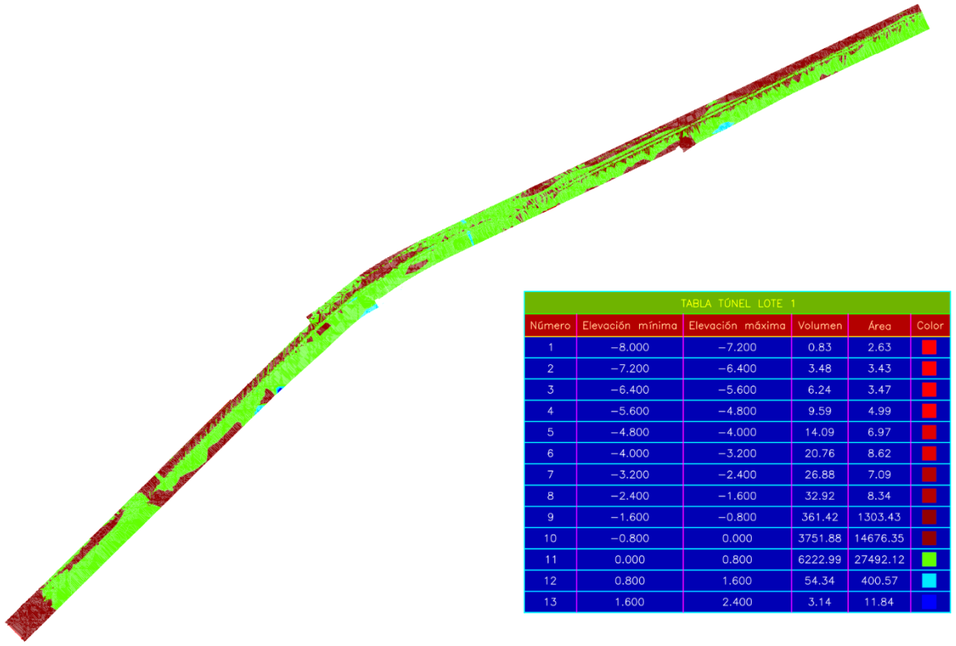


TABLA TÚNEL LOTE 1					
Número	Elevación mínima	Elevación máxima	Volumen	Área	Color
1	−8.000	−7.200	0.83	2.63	
2	−7.200	−6.400	3.48	3.43	
3	−6.400	−5.600	6.24	3.47	
4	−5.600	−4.800	9.59	4.99	
5	−4.800	−4.000	14.09	6.97	
6	−4.000	−3.200	20.76	8.62	
7	−3.200	−2.400	26.88	7.09	
8	−2.400	−1.600	32.92	8.34	
9	−1.600	−0.800	361.42	1303.43	
10	−0.800	0.000	3751.88	14676.35	
11	0.000	0.800	6222.99	27492.12	
12	0.800	1.600	54.34	400.57	
13	1.600	2.400	3.14	11.84	

Imagen del túnel para el lote 1 con la leyenda

En la imagen anterior las zonas verdes son las zonas dónde se sobrepasa el 1.5 metros de altura y por tanto se requiere una reducción del peso por medio de la arlita.

Sobre los resultados obtenidos de volumen sobre 1.5 metros de altura se ha realizado un ejercicio de cálculo dónde tomamos el área de afección e incrementamos el volumen de arlita por el espesor adicional (0.3 metros para la montera mayoritaria) que se requiere para evitar que el peso sobrepase las 3T/m².

Aun así estos valores finales se han reducido en función del espesor de los firmes y el relleno de gravas que se coloca sobre todas las estructuras con pesos específicos diferentes.

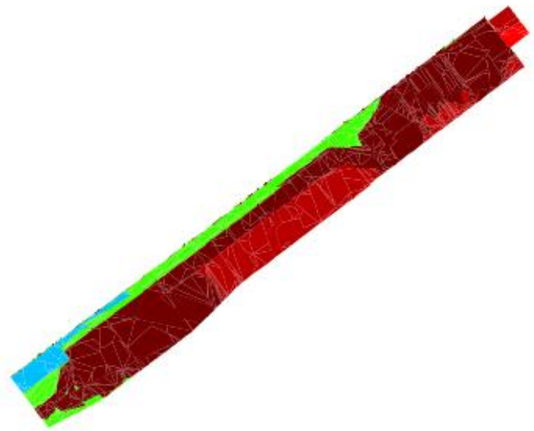


Imagen del relleno por encima de 1.5 metros para la sala técnica 03

TABLA SALA TÉCNICA 3 LOTE 2					
Número	Elevación mínima	Elevación máxima	Volumen	Área	Color
1	−2.400	−1.600	3.93	26.15	
2	−1.600	−0.800	134.38	556.98	
3	−0.800	0.000	1069.48	1616.38	
4	0.000	0.800	197.99	356.15	
5	0.800	1.600	4.67	103.09	

Leyenda del relleno por encima de 1.5 metros para la sala técnica 03

4.31 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El R.D. 1.627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el Art. 4 la obligatoriedad del promotor de elaborar un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras. Por tanto, se incorpora en el anejo Nº 27 el correspondiente Estudio de Seguridad y Salud.

El Estudio de Seguridad y Salud que se incluye en el citado anejo, describe los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse en las obras, establece las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes.

En aplicación del estudio de Seguridad y Salud, el contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio que se

incluye en el citado anejo. Por ello los errores u omisiones que pudieran existir en el mismo, nunca podrán ser tomados por el contratista en su favor.

En el presupuesto de las obras se ha incluido un capítulo Seguridad y Salud que contempla las medidas a tener en cuenta relativas a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales durante la ejecución de las obras proyectadas.

4.32 PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

Los controles y ensayos necesarios para la comprobación de las condiciones que han de cumplir los materiales y unidades de obra, así como las condiciones de aceptación o rechazo de las mismas, serán como mínimo los definidos expresamente en el Pliego de Condiciones Técnicas del Proyecto, o en su defecto, los indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales PG-3.

Al inicio de la obra, el Contratista presentará al Director de Obra el Plan de Control de Calidad, así como propuesta del laboratorio que realizará los ensayos, que deberá estar acreditado por el organismo correspondiente. El director facultativo de las obras designará los laboratorios encargados de la realización de los mismos, los cuales deberán estar debidamente acreditados de acuerdo con la normativa vigente de aplicación (UNE, NLT, EHE, …)

Los trabajos que realicen las empresas deberán contar con un Plan de Aseguramiento de la Calidad que deberá incluir al menos la siguiente documentación:

Los objetivos de calidad, las directrices y los compromisos sobre la adecuada dotación de medios materiales y humanos.

Procedimientos y protocolos de actuación.

El contenido mínimo del Plan, la responsabilidad sobre su redacción y actualización, y las condiciones para la realización de éstas.

Ensayos de materiales, equipos y pruebas de verificación a realizar por el adjudicatario.

La distribución del Plan.

La totalidad de las actividades de construcción que realicen los adjudicatarios estarán cubiertas por programas de control de calidad, que abarcarán desde la recepción de materiales hasta las pruebas finales de recepción de la obra. También se incluye la auscultación, tanto de las estructuras proyectadas, como de las existentes en las proximidades que puedan verse afectadas por la obra. La organización del control de calidad efectuará las inspecciones de acuerdo con procedimientos o guías de inspección.

La redacción y cumplimiento del Plan de Aseguramiento de la Calidad, incluida la realización de los ensayos y análisis es responsabilidad exclusiva del adjudicatario. Es obligación de la empresa adjudicataria llevar un adecuado sistema de archivo de cuanta documentación se genere relacionada con la calidad de las obras. Dicha información estará en todo momento a disposición de la Dirección de las obras.

La Dirección de la Obra podrá solicitar de la empresa adjudicataria información sobre la marcha y resultados de los controles. La empresa adjudicataria está obligada a la presentación, al Ayuntamiento del Informe Final (resumen del control de calidad de la obra, pruebas finales, documentación final, etc.). La empresa adjudicataria remitirá a la Dirección de las obras con la periodicidad que éste determine, informes, estudios y recomendaciones basados en el tratamiento técnico-estadístico de la información suministrada por el análisis de los datos y por la marcha de las obras.

Se considera incluido en los precios de las unidades de proyecto el coste de los ensayos y controles necesarios para la caracterización de los distintos materiales y unidades de obra, y por tanto dicho coste correrá en su totalidad a cargo del contratista.

Independientemente de lo anterior, el Ayuntamiento podrá exigir al adjudicatario la realización de ensayos suplementarios o informes de verificación de la calidad para garantizar la correcta ejecución de los trabajos, con el límite en porcentaje del presupuesto indicado en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la licitación.

Además, el Ayuntamiento podrá encargar a su costa ensayos o informes cuando considere que las necesidades para el control de calidad de las obras requieran de trabajos cuyo presupuesto supere el porcentaje (indicado en PCAP) que ha de asumir la empresa adjudicataria.

El laboratorio de ensayos de la empresa adjudicataria será distinto del que efectúe los ensayos suplementarios o informes de verificación, que deberá contar con la conformidad de la Dirección facultativa de las obras para su aprobación (su regulación estará sujeta a lo especificado en el art. 145 del RGLCAP).

El laboratorio de ensayos que disponga la empresa adjudicataria para el control de calidad estará inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos para el Control de la Calidad del Ministerio de Fomento.

La Declaración Responsable del laboratorio, definida en el Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad, contendrá los ensayos y pruebas de servicio incluidos en los planes de control que elabore.

El laboratorio que realice los ensayos tiene que ser independiente de sociedades o empresas dedicadas a la construcción y fabricación de materiales, equipos e instalaciones y, en consecuencia, cualquier vinculación en este sentido será causa determinante de incompatibilidad. Además, será incompatible la realización por el laboratorio de ensayos del control de las obras en las que hubiere intervenido o tuviere algún tipo de conexión con el proyecto o dirección de las mismas.

El laboratorio de ensayos se ubicará dentro del municipio de Madrid o en sus inmediaciones en un emplazamiento que presente fácil acceso.

De acuerdo con el Art. 145º del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, y con la Cláusula 38 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de Obras del Estado, la valoración de los ensayos a realizar asciende a la cantidad de 1.758.348,22 €, no sobrepasando el 1% del PEM (3.615.293,58 €) indicado en dicho artículo, por lo que no se ha incluida ninguna partida para ensayos en el presupuesto.

4.33 PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS. PLAZO DE EJECUCIÓN

Se propone un plazo de ejecución global para las obras definidas en este proyecto de CUARENTA (40) MESES, que comenzará el día laborable siguiente al de la firma del acta de comprobación de replanteo de los lotes 1 y 2. Estos dos lotes iniciaran los trabajos simultáneamente.

Se prevé en la planificación general de las obras que el lote 3 inicie la ejecución de las obras una vez finalicen las de los Lotes 1 y 2, es decir al final del mes 25. Así mismo, el Contratista del Lote 2 tendrá un cierto solape con los trabajos de ejecución de las instalaciones generales comunes en el ámbito del lote 1.

Para cada uno de los lotes de forma particular, el plazo estimado es el siguiente:

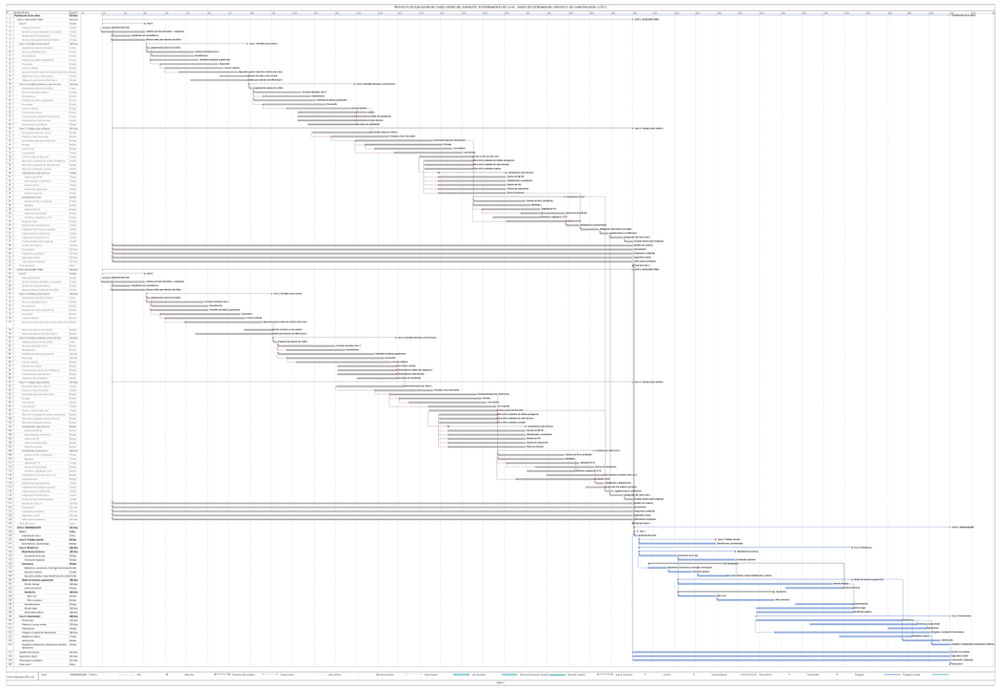
LOTE	PLAZO
LOTE 1	25 MESES
LOTE 2	25 MESES
LOTE 3	15 MESES

Antes del inicio de las obras del Lote 3 (mes 26) los Contratistas de los lotes 1 y 2 tendrán que adecuar y dejar en condiciones de acabo final provisional según establece el presente proyecto el espacio en superficie del ámbito de éste para que el Contratista del lote 3 pueda iniciar las obras de urbanización sobre el túnel.

Las obras incluidas en el presente Proyecto deberán coordinarse entre sí, estableciéndose un orden lógico que no obligue a la repetición de actividades y evite la destrucción de unidades de obra ya ejecutadas para efectuar instalaciones que debieron haber sido previas.

De acuerdo con las indicaciones contenidas en la Ley de Contratos del Sector Público, se incluye en el anejo correspondiente el diagrama de barras con el desarrollo de los trabajos o plan de obra de carácter indicativo.

Las obras contempladas en este proyecto se realizarán en el plazo que se fije en el Contrato de Adjudicación. Para estimar, en el momento de la redacción del proyecto, el plazo de ejecución de las obras se ha considerado que el trabajo se realizará mediante turnos de tal manera que se cubra una jornada laboral de 40 horas semanales.



Planificación de las obras. Las actividades de los lotes 1 y 2 se representan en gris. Las del lote 3 en azul.

4.34 REVISIÓN DE PRECIOS

En disposición de lo establecido en el Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las administraciones públicas se propone para el cálculo de la revisión de precios la fórmula 111 correspondiente a obras de carreteras, estructuras de hormigón armado y pretensado:

$K_t = 0,01A_t/A_0 + 0,05B_t/B_0 + 0,12C_t/C_0 + 0,09E_t/E_0 + 0,01F_t/F_0 + 0,01M_t/M_0 + 0,03P_t/P_0 + 0,01Q_t/Q_0 + 0,08R_t/R_0 + 0,23S_t/S_0 + 0,01T_t/T_0 + 0,35$

4.35 CLASIFICACIÓN TIPO DE OBRA

Según la Ley de Contratos del Sector Público, las obras incluidas en el presente Proyecto se incluyen en el grupo a) que abarca obras de primer establecimiento, reforma o gran reparación.

4.36 OBRA COMPLETA

Se hace constar que el presente proyecto se refiere a una obra completa en el sentido establecido en los Artículos 125 y 127.2 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el R. D. 1.098/2.001, de 12 de octubre (B.O.E. 26/10/2001 y 19/12/2.001), es decir, "susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto, dado que comprende todos y cada uno de los elementos que sean precisos para la utilización de la obra".

Con esta Memoria y con los demás documentos de que consta el presente proyecto, el mismo queda definido como obra completa en el sentido permitido, conforme señala la Ley de Contratos del Sector Público.

4.37 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Según el artículo 77 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, para contratar con las Administraciones Públicas la ejecución de contratos de obras cuyo valor estimado sea igual o superior a 500.000 euros será requisito indispensable que el empresario se encuentre debidamente clasificado como contratista de obras de los poderes adjudicadores. Para dichos contratos, la clasificación del empresario en el grupo o subgrupo que en función del objeto del contrato corresponda, con categoría igual o superior a la exigida para el contrato, acreditará sus condiciones de solvencia para contratar.

La clasificación de contratista se realiza de acuerdo con lo indicado en el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001), modificado por el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre; y en el artículo 77 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre relativo a "Exigencia y efectos de la Clasificación".

A partir de los grupos y subgrupos de aplicación para la clasificación de empresas en los contratos de obras definidos en el Artículo 25 del Real Decreto 1098/2001, de octubre por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, se determinan los que corresponden a las actividades del proyecto. Se calcula para dichas actividades el presupuesto conforme al desglose que ofrece el "Documento nº 4. Presupuesto". Este dato permite el cálculo de la anualidad media estimada de cada actividad, de acuerdo con los plazos reflejados en el anejo de Plan de obra.

Según lo expresado en puntos anteriores y de acuerdo con la Ley de Contratos del Sector Público y el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001), modificado por el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, se considera y propone que la clasificación exigible al contratista será, para los lotes 1 y 2:

GRUPO	SUBGRUPO	DENOMINACION	CATEGORIA
B	2 (De hormigón armado)	Puentes, viaductos y grandes estructuras	6

Así mismo y aunque no hay más grupos que de clasificación que superen un importe superior al 20% del precio total del contrato, se considera que es necesario que los contratistas de las obras de los lotes 1 y 2 tengan adicionalmente las categorías relativas siguientes:

GRUPO	SUBGRUPO	DENOMINACION	CATEGORIA
J	2 (De ventilación, calefacción y climatización)	Instalaciones Mecánicas	4
B	3 (De hormigón pretensado)	Puentes, viaductos y grandes estructuras	6
A	5 (Túneles)	Movimiento de tierras y perforaciones	6

Se considera y propone que la clasificación exigible al contratista del Lote 3 sea:

GRUPO	SUBGRUPO	DENOMINACION	CATEGORIA

K	6 (Jardinería y Plantaciones)	Especiales	4
G	3 (Con firmes de hormigón hidráulico.	Viales y pistas	6

Así mismo y aunque no hay más grupos que de clasificación que superen un importe superior al 20% del precio total del contrato, se considera que es necesario que el contratista de la obra del Lote 3 tenga adicionalmente las categorías relativas siguientes:

GRUPO	SUBGRUPO	DENOMINACION	CATEGORIA
I	2 (Centrales de producción de energía.).	Instalaciones eléctricas	4
I	1 (Alumbrados, iluminaciones y balizamientos luminosos)	Movimiento de tierras y perforaciones	4

4.38 PRESUPUESTO

4.38.1 Introducción

La estimación del presupuesto se ha realizado a partir de las mediciones de las unidades de obra definidas en los planos aplicando los precios unitarios establecidos en la Base de Precios del Ayuntamiento de Madrid de 2016.

Puesto que la obra se compone de 2 partes diferenciadas, como son la intervención subterránea y la intervención en superficie, que si bien están relacionadas se pueden tratar como obras independientes teniendo distinta naturaleza y tiempos de ejecución, se ha optado por dividir el presupuesto en estos dos grandes bloques.

Por un lado, la intervención subterránea, donde se valora la construcción del túnel y la reposición o creación de los nuevos viales, aceras laterales y enlaces viarios; y por otro lado la intervención en superficie o urbanización exterior, excluyendo los viales laterales y los enlaces, que para permitir la movilidad local se deben ejecutar en la primera actuación.

El presupuesto se ha estructurado de manera que se puede separar fácilmente por lotes o fases, en función de cómo se quiera licitar la obra.

El Documento nº 4 Presupuesto contiene las mediciones y las valoraciones pormenorizadas.

4.38.2 Presupuesto Conocimiento de la Administración

La estimación de presupuesto que se ha obtenido es la siguiente.

PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

P.C. SOTERRAMIENTO A5 - FASE 6

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE (€)
1	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN. LOTE 1	175.906.354,78
2	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN. LOTE 2	171.477.900,51
3	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN. LOTE 3	57.799.929,01
	PRESUPUESTO DE BASE LICITACIÓN	**405.184.184,30**
	Plan de Vigilancia Ambiental	**205.200,00**
	Expropiaciones	**4.333.580,91**
	Inventario e inspección de edificios próximos a la obra	**42.960,06**
	PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINSTRACIÓN	**409.765.925,27**

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS NUEVE MILLONES SETECIENTOS SESENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS VEINTICINCO EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS

4.38.3 Desglose por capítulos y subcapítulos

La estructura de los principales capítulos del presupuesto es la siguiente:

LOTE 1

1	**TRONCO DEL TÚNEL LOTE 1**
1.1	ACTUACIONES PREVIAS (DESPEJES, LEVANTES Y DESMONTAJES)
1.2	DEMOLICIONES DE ESTRUCTURAS EXISTENTES
1.3	MOVIMIENTO DE TIERRAS DE RAMPAS Y TÚNEL ENTRE PANTALLAS
1.4	RELLENOS DEL TRONCO
1.5	ESTRUCTURAS DEL TRONCO DEL TÚNEL

1.5.1 PANTALLAS DE PILOTES LOTE 1 - incluye tubos de geotermia
1.5.2 LOSA SUPERIOR LOTE 1
1.5.3 LOSA DE FONDO LOTE 1
1.5.4 LOSA INTERMEDIA - LOTE 1
1.5.5 PASOS ENTRE TÚNELES LOTE 1
1.5.6 MUROS EN RAMPA DEL TRONCO
1.5.7 ESTRUCTURAS ENLACES E3 Y E4 - LOTE 1
1.5.7.1 PANTALLAS DE PILOTES
1.5.7.2 LOSA SUPERIOR
1.5.7.3 MUROS EN ZONAS DE PASOS EXISTENTES
1.6 SALIDAS DE EMERGENCIA LOTE 1
1.6.1 SE-08 PK 1+268 M.D.
1.6.1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.1.2 ESTRUCTURA
1.6.2 SE-09 PK 1+367 M.I.
1.6.2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.2.2 ESTRUCTURA
1.6.3 SE-10 PK 1+471 M.D.
1.6.3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.3.2 ESTRUCTURA
1.6.4 SE-11 PK 1+540 M.I.
1.6.4.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.4.2 ESTRUCTURA
1.6.5 SE-12 PK 1+663 M.D.
1.6.5.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.5.2 ESTRUCTURA
1.6.6 SE-13 PK 1+733 M.I.
1.6.6.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.6.2 ESTRUCTURA
1.6.7 SE-14 PK 1+880 M.D.
1.6.7.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.7.2 ESTRUCTURA
1.6.8 SE-15 PK 1+933 M.I.
1.6.8.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.8.2 ESTRUCTURA
1.6.9 SE-16 PK 2+040 M.D.
1.6.9.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.9.2 ESTRUCTURA
1.6.10 SE-17 PK 2+138 M.I.
1.6.10.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.10.2 ESTRUCTURA
1.6.11 SE-19 PK 2+339 M.I.
1.6.11.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.11.2 ESTRUCTURA
1.6.12 SE-20 PK 2+460 M.D.
1.6.12.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.12.2 ESTRUCTURA
1.7 ESTACION DE VENTILACIÓN Nº 2 - LOTE 1
1.7.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS DE ESTACION DE VENTILACIÓN
1.7.2 ESTRUCTURAS DE ESTACION DE VENTILACIÓN
1.8 DRENAJE DEL TÚNEL LOTE 1
1.8.1 DRENAJE DEL INTERIOR DEL TÚNEL LOTE 1
1.8.2 DRENAJE DE LA CUBIERTA DEL TÚNEL LOTE 1
1.9 FIRMES Y PAVIMENTOS DEL TÚNEL LOTE 1
1.10 DESVÍOS DE TRÁFICO. LOTE 1
1.10.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.10.2 FIRMES
1.10.3 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO
1.10.3.1 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
1.10.3.2 SEÑALIZACIÓN VERTICAL DESVIOS VEHICULOS
1.10.3.3 SEÑALIZACIÓN VERTICAL DESVIOS PEATONES
1.10.3.4 SEMAFORIZACIÓN FASES OBRA
1.10.3.5 CABLEADO AEREO
1.10.3.6 OTROS
1.10.4 DEFENSAS
1.10.5 DRENAJE PROVISIONAL
1.10.6 ALUMBRADO PROVISIONAL LOTE 1
1.10.7 CONEXIONES Y SUBFASES
1.10.8 CONTENCIÓN PROVISIONAL DE TALUDES DE DESVÍOS
1.10.9 VARIOS
1.11 SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS DEL TÚNEL
1.11.1 DEFENSAS DEL TÚNEL
1.11.2 SEÑALIZACIÓN VERTICAL INTERIOR TÚNEL
1.11.3 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL INTERIOR TÚNEL
1.12 REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS LOTE 1
1.12.1 CYII - ABASTECIMIENTO LOTE 1
1.12.2 TELECOMUNICACIONES - TELEFÓNICA/JAZZTEL/ORANGE/VODAFONE/CORREOS /Mº DEFENSA
1.12.3 MADRILEÑA RED DE GAS LOTE 1
1.12.4 NEDGIA - GAS NATURAL (TODO EN LOTE 1)
1.12.5 IDE-IBERDROLA - ELECTRICIDAD LOTE 1
1.12.6 REPOSICIÓN DE SANEAMIENTO LOTE 1
1.12.7 RED ELECTRICA ESPAÑOLA (REE) (TODO EN LOTE 1)
1.12.8 GALERÍA DE SERVICIOS LOTE 1
1.12.9 REPOSICIÓN DGT LOTE 1
1.12.10 PUESTA EN ALTURA DE POZOS Y ARQUETAS LOTE 1
1.13 INSTALACIONES LOTE 1
1.13.1 VENTILACION
1.13.1.1 POZO DE VENTILACIÓN 2

1.13.1.1.1 VENTILACIÓN TÚNEL
1.13.1.1.2 PRESURIZACIÓN SALIDAS DE EMERGENCIA
1.13.1.1.3 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN CUARTOS TÉCNICOS
1.13.1.1.4 PRUEBAS FINALES Y PUESTA EN MARCHA
1.13.2 ELECTRICIDAD. MT. CT. BT S TECNICAS. SE
1.13.2.1 ZONA TECNICA 2
1.13.2.1.1 ACOMETIDA
1.13.2.1.2 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN
1.13.2.1.3 RED DE MEDIA TENSION
1.13.2.1.4 EQUIPAMIENTO Y CUADROS DE MANDO Y PROTECCIÓN
1.13.2.1.5 CUARTOS TECNICOS
1.13.2.1.6 CABLEADO DE BAJA TENSIÓN
1.13.2.1.7 CANALIZACIONES
1.13.2.1.8 RED DE TIERRAS
1.13.2.2 LEGALIZACIÓN Y PRUEBAS
1.13.3 ALUMBRADO
1.13.3.1 ZONA TECNICA 2
1.13.3.1.1 TÚNEL
1.13.3.1.2 SALIDAS DE EMERGENCIA
1.13.4 PROTECCION CONTRA INCENDIOS
1.13.4.1 POZO DE VENTILACION 2
1.13.4.1.1 PCI EN TUNEL
1.13.4.1.1.1 ACOMETIDAS Y GRUPO DE PRESION PCI
1.13.4.1.1.2 RED DE BIES Y EXTINTORES
1.13.4.1.2 PCI EN SALIDAS DE EMERGENCIA
1.13.4.1.3 PCI EN CUARTOS TECNICOS
1.13.4.1.3.1 EXTINCION DE INCENDIOS
1.13.4.1.3.2 DETECCION POR ASPIRACION
1.13.4.1.3.3 DETECCION DE INCENDIOS ANALOGICA
1.13.5 INSTALACIONES ESPECIALES
1.13.5.1 DETECCIÓN LINEAL DE INCENDIOS
1.13.5.1.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.2 INSTALACIÓN DE POSTES S.O.S.
1.13.5.2.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.3 INSTALACIÓN DE CCTV
1.13.5.3.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.4 INSTALACIÓN DE MEGAFONÍA
1.13.5.4.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.5 INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VARIABLE
1.13.5.5.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.6 INSTALACIÓN DE SEMAFORIZACIÓN
1.13.5.6.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.7 INSTALACIÓN DE CONTROL DE ACCESO AL TÚNEL
1.13.5.7.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.8 INSTALACIÓN DE RADIOCOMUNICACIONES
1.13.5.8.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.9 INSTALACIÓN DE CONTROL DE ACCESOS A C. TÉCNICOS
1.13.5.9.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.10 INSTALACIÓN DE PLC
1.13.5.10.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.11 INSTALACION CONTROL DE VENTILACION
1.13.5.11.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.12 SEÑALIZACION DE EVACUACION
1.13.5.12.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.6 MANUAL DE EXPLOTACIÓN
1.14 ARQUITECTURA Y ACABADOS DEL TÚNEL LOTE 1
1.15 ARQUITECTURA Y ACABADOS DE LAS SALAS TÉCNICAS Y LAS SALIDAS DE EMERGENCIA
1.15.1 SALA TÉCNICA Nº 2
1.15.1.1 CERRAMIENTOS Y DIVISIONES
1.15.1.2 REVESTIMIENTOS
1.15.1.3 PAVIMENTOS
1.15.1.4 CERRAJERÍA
1.15.1.5 PINTURA Y TRAT.ESPECÍFICOS
1.15.2 SALIDAS DE EMERGENCIA
1.15.2.1 CERRAMIENTOS Y DIVISIONES
1.15.2.2 REVESTIMIENTOS
1.15.2.3 PAVIMENTOS
1.15.2.4 CERRAJERÍA
1.15.2.5 PINTURA Y TRAT. ESPECÍFICOS
1.15.2.6 REJAS Y TRAMPILLAS EN SUPERFICIE
2 RAMALES DE ENTRADA Y SALIDA DEL TÚNEL LOTE 1
2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS EN RAMALES
2.2 MUROS EN RAMPAS DE RAMALES
2.3 PANTALLAS DE PILOTES Y LOSAS DE RAMALES
2.4 ACERAS EN RAMPAS DE RAMALES
2.5 SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS DE LOS RAMALES
2.6 ARQUITECTURA DE LOS RAMALES
3 VIALIDAD EN SUPERFICIE LOTE 1
3.1 TRABAJOS PREVIOS Y DEMOLICIONES
3.2 FIRMES Y PAVIMENTOS LOTE 1
3.2.1 PAVIMENTOS LINEALES
3.2.2 FIRMES Y PAVIMENTOS
3.3 DRENAJE SUPERFICIAL VIALES LOTE 1
3.4 ALUMBRADO PROVISIONAL LOTE 1
3.5 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO
3.5.1 DESMONTAJES
3.5.2 SEÑALIZACÍON NORMATIVA URBANA Señalización informativa urbana
3.5.3 SEÑALIZACIÓN VERTICAL NORMATIVA

3.5.4	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
3.5.5	OTROS
3.5.6	SEMAFORIZACIÓN
3.5.6.1	DESMONTAJES
3.5.6.2	EQUIPOS
3.5.6.3	REGULADORES
3.5.6.4	CABLEADO
3.5.6.5	ACOMETIDA
3.5.6.6	DETECTORES
3.5.6.7	OTROS
3.5.6.8	CÁMARAS DE VIDEOVIGILANCIA
4	**INTEGRACIÓN AMBIENTAL LOTE 1**
5	**GESTIÓN DE RESIDUOS LOTE 1**
6	**AUSCULTACIÓN LOTE 1**
7	**VARIOS (INFORMACIÓN CIUDADANA Y SEGURIDAD Y SALUD) LOTE 1**

LOTE 2

1	**TRONCO DEL TÚNEL LOTE 2**
1.1	ACTUACIONES PREVIAS (DESPEJES, LEVANTES Y DESMONTAJES)
1.2	DEMOLICIONES DE ESTRUCTURAS EXISTENTES
1.3	MOVIMIENTO DE TIERRAS DE RAMPAS Y TÚNEL ENTRE PANTALLAS
1.4	RELLENOS DEL TRONCO
1.5	ESTRUCTURAS DEL TRONCO DEL TÚNEL
1.5.1	PANTALLAS DE PILOTES - LOTE 2 - incluye tubos de geotermia
1.5.2	LOSA SUPERIOR - LOTE 2
1.5.3	LOSA DE FONDO - LOTE 2
1.5.4	LOSA INTERMEDIA - LOTE 2
1.5.5	PASOS ENTRE TÚNELES - LOTE 2
1.5.6	ESTRUCTURA ENLACE E5 (ENLACE BATÁN) - LOTE 2
1.5.6.1	PANTALLAS DE PILOTES
1.5.6.2	LOSA SUPERIOR
1.5.6.3	MUROS EN ZONAS DE PASOS EXISTENTES
1.5.7	ESTRUCTURA ENLACE E6 Y CONEXIÓN TÚNEL ANTERIOR E7
1.5.8	ESTRUCTURA POZO VENTILACIÓN LÍNEA 6 DE METRO
1.6	SALIDAS DE EMERGENCIA LOTE 2
1.6.1	SE-21 PK 2+532 M.I.
1.6.1.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.1.2	ESTRUCTURA
1.6.2	SE-22 PK 2+660 M.D.
1.6.2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.2.2	ESTRUCTURA
1.6.3	SE-23 PK 2+729 M.I.
1.6.3.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.3.2	ESTRUCTURA
1.6.4	SE-24 PK 2+820 M.D.
1.6.4.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.4.2	ESTRUCTURA
1.6.5	SE-25 PK 2+903 M.I.
1.6.5.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.5.2	ESTRUCTURA
1.6.6	SE-26 PK 2+992 M.D.
1.6.6.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.6.2	ESTRUCTURA
1.6.7	SE-27 PK 3+095 M.I.
1.6.7.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.7.2	ESTRUCTURA
1.6.8	SE-28 PK 3+176 M.D.
1.6.8.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.8.2	ESTRUCTURA
1.6.9	SE-29 PK 3+274 M.I.
1.6.9.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.9.2	ESTRUCTURA
1.6.10	SE-30 PK 3+353 M.D.
1.6.10.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.10.2	ESTRUCTURA
1.6.11	SE-31 PK 3+464 M.I.
1.6.11.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.11.2	ESTRUCTURA
1.6.12	SE-32 PK 3+535 M.D.
1.6.12.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.12.2	ESTRUCTURA
1.6.13	SE-33 PK 3+621 M.I.
1.6.13.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.13.2	ESTRUCTURA
1.6.14	SE-36 PK 3+887 M.D.
1.6.14.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.14.2	ESTRUCTURA
1.7	ESTACIONES DE VENTILACIÓN nº 3 y nº 4 - LOTE 2
1.7.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS DE ESTACIONES DE VENTILACIÓN
1.7.2	ESTRUCTURAS DE ESTACIONES DE VENTILACIÓN
1.8	DRENAJE DEL TÚNEL LOTE 2
1.8.1	DRENAJE DEL INTERIOR DEL TÚNEL LOTE 2
1.8.2	DRENAJE DE LA CUBIERTA DEL TÚNEL LOTE 2
1.9	FIRMES Y PAVIMENTOS DEL TÚNEL LOTE 2
1.10	DESVÍOS DE TRÁFICO LOTE 2
1.10.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS

1.10.2	FIRMES
1.10.3	SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO
1.10.3.1	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
1.10.3.2	SEÑALIZACIÓN VERTICAL DESVIOS VEHICULOS
1.10.3.3	SEÑALIZACIÓN VERTICAL DESVIOS PEATONES
1.10.3.4	SEMAFORIZACIÓN FASES OBRA
1.10.3.5	CABLEADO AEREO
1.10.3.6	OTROS
1.10.4	DEFENSAS
1.10.5	DRENAJE PROVISIONAL
1.10.6	ALUMBRADO PROVISIONAL LOTE 2
1.10.7	CONEXIONES Y SUBFASES
1.10.8	CONTENCIÓN PROVISIONAL DE TALUDES DE DESVÍOS
1.10.9	VARIOS
1.11	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS DEL TÚNEL
1.11.1	DEFENSAS DEL TÚNEL
1.11.2	SEÑALIZACIÓN VERTICAL INFORMATIVA INTERIOR TÚNEL
1.11.3	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL INFORMATIVA INTERIOR TÚNEL
1.12	REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS LOTE 2
1.12.1	CYII - ABASTECIMIENTO LOTE 2
1.12.2	TELECOMUNICACIONES - TELEFÓNICA/JAZZTEL/ORANGE/VODAFONE/CORREOS /Mº DEFENSA
1.12.3	MADRILEÑA RED DE GAS LOTE 2
1.12.4	UFD - ELECTRICIDAD LOTE 2
1.12.5	IDE-IBERDROLA - ELECTRICIDAD LOTE 2
1.12.6	REPOSICIÓN DE SANEAMIENTO LOTE 2
1.12.7	LÍNEA 6 DE METRO LOTE 2
1.12.8	GALERÍA DE SERVICIOS LOTE 2
1.12.9	REPOSICIÓN AFECCIONES AL TÚNEL EXISTENTE
1.12.10	REPOSICIÓN DGT LOTE 2
1.12.11	PUESTA EN ALTURA DE POZOS Y ARQUETAS LOTE 2
1.13	INSTALACIONES LOTE 2
1.13.1	VENTILACION
1.13.1.1	POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.1.1.1	VENTILACIÓN TÚNEL
1.13.1.1.2	PRESURIZACIÓN SALIDAS DE EMERGENCIA
1.13.1.1.3	CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN CUARTOS TÉCNICOS
1.13.1.1.4	PRUEBAS FINALES Y PUESTA EN MARCHA
1.13.2	ELECTRICIDAD. MT. CT. BT S TECNICAS. SE
1.13.2.1	ZONA TECNICA 3
1.13.2.1.1	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN
1.13.2.1.2	RED DE MEDIA TENSIÓN
1.13.2.1.3	EQUIPAMIENTO Y CUADROS DE MANDO Y PROTECCIÓN
1.13.2.1.4	CUARTOS TECNICOS
1.13.2.1.5	CABLEADO DE BAJA TENSIÓN
1.13.2.1.6	CANALIZACIONES
1.13.2.1.7	RED DE TIERRAS
1.13.2.2	LEGALIZACIÓN Y PRUEBAS
1.13.3	ALUMBRADO
1.13.3.1	ZONA TECNICA 3
1.13.3.1.1	TÚNEL
1.13.3.1.2	SALIDAS DE EMERGENCIA
1.13.4	PROTECCION CONTRA INCENDIOS
1.13.4.1	POZO DE VENTILACION 3
1.13.4.1.1	PCI EN TUNEL
1.13.4.1.1.1	ACOMETIDAS Y GRUPO DE PRESION PCI
1.13.4.1.1.2	RED DE BIES Y EXTINTORES
1.13.4.1.2	PCI EN SALIDAS DE EMERGENCIA
1.13.4.1.3	PCI EN CUARTOS TECNICOS
1.13.4.1.3.1	EXTINCION DE INCENDIOS
1.13.4.1.3.2	DETECCION POR ASPIRACION
1.13.4.1.3.3	DETECCION DE INCENDIOS ANALOGICA
1.13.5	INSTALACIONES ESPECIALES
1.13.5.1	LOTE 2
1.13.5.1.1	DETECCIÓN LINEAL DE INCENDIOS
1.13.5.1.1.1	POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.1.2	INSTALACIÓN DE POSTES S.O.S.
1.13.5.1.2.1	POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.1.3	INSTALACIÓN DE CCTV
1.13.5.1.3.1	POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.1.4	INSTALACIÓN DE MEGAFONÍA
1.13.5.1.4.1	POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.1.5	INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VARIABLE
1.13.5.1.5.1	POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.1.6	INSTALACIÓN DE SEMAFORIZACIÓN
1.13.5.1.6.1	POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.1.7	INSTALACIÓN DE CONTROL DE ACCESO AL TÚNEL
1.13.5.1.7.1	POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.1.8	INSTALACIÓN DE RADIOCOMUNICACIONES
1.13.5.1.8.1	POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.1.9	INSTALACIÓN DE CONTROL DE ACCESOS A C. TÉCNICOS
1.13.1.1.9.1	POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.1.10	INSTALACIÓN DE PLC
1.13.5.1.10.1	POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.1.11	INSTALACION CONTROL DE VENTILACION
1.13.5.1.11.1	POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.1.12	SEÑALIZACION DE EVACUACION
1.13.5.1.12.1	POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.2	TRONCALES

1.13.5.2.1 DETECCIÓN LINEAL DE INCENDIOS
1.13.5.2.1.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.2.1.2 POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.2.2 INSTALACIÓN DE POSTES S.O.S.
1.13.5.2.2.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.2.2.2 POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.2.3 INSTALACIÓN DE CCTV
1.13.5.2.3.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.2.3.2 POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.2.4 INSTALACIÓN DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCIDENTES
1.13.5.2.4.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.2.4.2 POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.2.5 INSTALACIÓN DE MEGAFONÍA
1.13.5.2.5.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.2.5.2 POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.2.6 INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VARIABLE
1.13.5.2.6.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.2.6.2 POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.2.7 INSTALACIÓN DE SEMAFORIZACIÓN
1.13.6.1.7.2 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.6.1.7.3 POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.2.8 INSTALACIÓN DE CONTROL DE ACCESO AL TÚNEL
1.13.5.2.8.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.2.8.2 POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.2.9 INSTALACIÓN DE RADIOCOMUNICACIONES
1.13.5.2.9.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.2.9.2 POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.2.10 INSTALACIÓN DE PLC
1.13.5.2.10.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.2.10.2 POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.2.11 INSTALACIÓN DE UCD
1.13.5.2.11.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.2.11.2 POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.2.12 SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTROL (C.P.D.)
1.13.5.2.12.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.2.12.2 POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.2.13 INSTALACION CONTROL DE VENTILACION
1.13.5.2.13.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.2.13.1.1 PRUEBAS FINALES Y PUESTA EN MARCHA
1.13.5.2.13.2 POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.5.2.13.2.1 PRUEBAS FINALES Y PUESTA EN MARCHA
1.13.6.1.14.4 ALGORITMOS DE VENTILACIÓN
1.13.5.2.14 SISTEMA GPS
1.13.5.2.14.1 POZO DE VENTILACIÓN 2
1.13.5.2.14.2 POZO DE VENTILACIÓN 3
1.13.6 MANUAL DE EXPLOTACIÓN
1.14 ARQUITECTURA Y ACABADOS DEL TÚNEL LOTE 2
1.15 ARQUITECTURA Y ACABADOS DE LAS SALAS TÉCNICAS Y LAS SALIDAS DE EMERGENCIA
1.15.1 SALAS TÉCNICAS 3 y 4
1.15.1.1 CERRAMIENTOS Y DIVISIONES
1.15.1.2 REVESTIMIENTOS
1.15.1.3 PAVIMENTOS
1.15.1.4 CERRAJERÍA
1.15.1.5 PINTURA Y TRAT.ESPECÍFICOS
1.15.1.6 INSTALACIONES Y ACABADOS EN PARKING SALA TÉCNICA YÉBENES
1.15.2 SALIDAS DE EMERGENCIA
1.15.2.1 CERRAMIENTOS Y DIVISIONES
1.15.2.2 REVESTIMIENTOS
1.15.2.3 PAVIMENTOS
1.15.2.4 CERRAJERÍA
1.15.2.5 PINTURA Y TRAT. ESPECÍFICOS
1.15.2.6 REJAS Y TRAMPILLAS EN SUPERFICIE
2 RAMALES DE ENTRADA Y SALIDA DEL TÚNEL LOTE 2
2.1 MUROS EN RAMPAS DE RAMALES
2.2 PANTALLAS DE PILOTES Y LOSAS DE RAMALES
2.3 ACERAS EN RAMPAS DE RAMALES
2.4 SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS DE LOS RAMALES
2.5 ARQUITECTURA DE LOS RAMALES
3 VIALIDAD EN SUPERFICIE LOTE 2
3.1 TRABAJOS PREVIOS Y DEMOLICIONES
3.2 FIRMES Y PAVIMENTOS LOTE 2
3.2.1 PAVIMENTOS LINEALES
3.2.2 FIRMES Y PAVIMENTOS
3.3 DRENAJE SUPERFICIAL
3.4 ALUMBRADO PROVISIONAL LOTE 2
3.5 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO
3.5.1 DESMONTAJES
3.5.2 SEÑALIZACÍON INFORMATIVA URBANA
3.5.3 SEÑALIZACIÓN VERTICAL NORMATIVA
3.5.4 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
3.5.5 OTROS
3.5.6 SEMAFORIZACIÓN
3.5.6.1 DESMONTAJES
3.5.6.2 EQUIPOS
3.5.6.3 REGULADORES
3.5.6.4 CABLEADO
3.5.6.5 ACOMETIDA
3.5.6.6 DETECTORES

3.5.6.7 OTROS
3.5.6.8 CÁMARAS DE VIDEOVIGILANCIA
4 INTEGRACIÓN AMBIENTAL LOTE 2
5 GESTIÓN DE RESIDUOS LOTE 2
6 AUSCULTACIÓN LOTE 2
7 VARIOS (INFORMACIÓN CIUDADANA Y SEGURIDAD Y SALUD) LOTE 2

LOTE 3 (URBANIZACIÓN)

1 TRABAJOS PREVIOS Y DEMOLICIONES
2 MOVIMIENTO DE TIERRAS
3 FIRMES Y PAVIMENTOS
3.1 PAVIMENTOS LINEALES
3.2 FIRMES Y PAVIMENTOS
4 DRENAJE SUPERFICIAL
5 ALUMBRADO PÚBLICO
5.1 COLUMNAS Y LUMINARIAS
5.2 OBRA CIVIL
5.3 INSTALACIONES
6 JARDINERIA
6.1 JARDINERIA
6.2 ESPECIES VEGETALES
6.3 SUELO ESTRUCTURAL
7 RED DE RIEGO
7.1 ACOMETIDAS
7.2 OBRA CIVIL
7.3 CONDUCCIONES Y VALVULERIA
7.3.1 RED PRIMARIA
7.3.2 RED SECUNDARIA
7.4 BOCA DE RIEGO
7.5 PROGRAMACIÓN
8 SEÑALIZACIÓN Y SEMAFORIZACIÓN
8.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL
8.1.1 DESMONTAJES
8.1.2 SEÑALIZACIÓN INFORMATIVA URBANA
8.1.3 SEÑALIZACIÓN VERTICAL NORMATIVA
8.2 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
8.3 SEMAFORIZACIÓN
8.3.1 DESMONTAJES
8.3.2 EQUIPOS
8.3.3 REGULADORES
8.3.4 CABLEADO
8.3.5 ACOMETIDA
8.3.6 DETECTORES
8.3.7 OTROS
8.3.8 CÁMARAS DE VIDEOVIGILANCIA
8.3.9 OBRA CIVIL
8.4 OTROS
9 MOBILIARIO URBANO
9.1 MOBILIARIO
9.2 JUEGOS INFANTILES
9.3 JUEGOS DE AGUA
9.4 JUEGOS BIOSALUDABLE
10 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
11 ESTRUCTURAS Y MUROS
12 RESTITUCION DE URBANIZACIÓN
13 SISTEMA DE INTERCAMBIADOR GEOTÉRMICO DE ACTIVACIÓN TÉRMICA
13.1 OBRA CIVIL
13.2 OBRA MECANICA
14 GESTIÓN DE RESIDUOS
15 PARTIDAS ALZADAS (INFORMACIÓN CIUDADANA, SEGURIDAD Y SALUD)

5 NORMATIVA APLICADA EN EL PROYECTO

A continuación, se resumen las diferentes normativas y recomendaciones consideradas en la redacción del Proyecto. La relación completa de las mismas, para cada una de las especialidades, queda recogida dentro de cada Anejo correspondiente.

- Trazado y accesibilidad:
  - Instrucción de carreteras. Norma 3.1 – IC, Ministerio de Fomento, 2016.
  - Guía de nudos viarios. Orden circular 32/2012. Ministerio de Fomento, 2012.
  - Instrucción de diseño de la vía pública. Ayuntamiento de Madrid, 2000.
  - Manual, “Carreteras Urbanas”. Recomendaciones para su planeamiento y proyecto, MOPT, 1992.
  - Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana. Ministerio de Fomento, 2008.
  - Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano. Ministerio de Fomento, 1996.
  - Manual de accesibilidad para espacios públicos urbanizados del Ayuntamiento de Madrid, 2016.
  - Manual de diseño de infraestructura ciclista de Madrid. Ayuntamiento de Madrid 2021.
  - Orden TMA/851/2021, del 23 de julio, documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y la utilización de los espacios públicos urbanizados. MITMA, 2021.
- Desvíos de tráfico:
  - Norma 8.3 – IC. Señalización de obras. Ministerio de Fomento, 1987.

- Manual de ejemplos de señalización de obras. Ministerio de Fomento, 1997.
- Señalización móvil de obras. Ministerio de Fomento, 1997
- Ordenanza Reguladora de la Señalización y Balizamiento de las Ocupaciones de las Vías públicas por Realización de Obras y Trabajos.
- Instrucción 8.3-IC "Señalización de Obras", de la Instrucción de Carreteras
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas, redactado por la Dirección General de Carreteras, (M. de Fomento)
- Ordenanzas Municipales de la Comunidad de Madrid:
  - Ordenanza Reguladora de la Señalización y Balizamiento de las Ocupaciones de las Vías Públicas por Realización de Obras y Trabajos, 1992.
  - Ordenanza de Diseño y Gestión de Obras en la Vía Pública, 2006.

- Movilidad:
  - Instrucción de la Vía Pública del Ayuntamiento de Madrid, Ficha 12: "Estudios de transporte"
  - Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre
  - Nota de Servicio 5/2014 Prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudios de tráfico de los Estudios Informativos, Anteproyectos y Proyectos de carreteras.
  - Manual de Capacidad de carreteras (HCM2010)
- Señalización:
  - Norma 8.1-IC de Señalización Vertical (BOE de 5 de abril de 2014)
  - Norma 8.2-IC de Marcas Viales (BOE de 4 de agosto de 1987)
  - Catálogo de Señales Verticales de Circulación, de la Dirección de Carreteras del M.O.P.T (1992)
  - Orden Circular 35/2014 Sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos (2 de junio de 2014)
  - O.C. 309/90 C y E sobre hitos de arista
  - Instrucción de Vía Pública del Ayuntamiento de Madrid.
- Geología y geotecnia:
  - Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), según lo establecido en el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre (B.O.E. nº 244 de 11 de Octubre de 2002)
  - UNE-103801-1994-Penetracion-Dinamica-Superpesada-DPSH
  - UNE EN ISO 22476-5: 2014 Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de campo. Parte 5: Ensayo con dilatómetro flexible.
- Instalaciones eléctricas:
  - Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
  - Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 52.
  - Guía Técnica de Aplicación RD 842/2002, de 2 de agosto para la aplicación del Reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Revisión de septiembre de 2020.
  - Especificaciones Técnicas de las Instalaciones de los Túneles de la M-30.
  - Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.
  - Directiva 2004/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 sobre requisitos mínimos de seguridad para túneles de la red transeuropea de carreteras.
  - Recomendaciones de la P.I.A.R.C. (Asociación Internacional Permanente del Congreso de Carreteras) – MONTREAL 95.
  - Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico (BOE 27/12/2013).
  - Reglamento CPR (Construction Products Regulation) publicado en marzo de 2011 por el Parlamento Europeo.
  - Normas y Recomendaciones de la Empresa Suministradora de la Energía Eléctrica.
  - Normas UNE de obligado cumplimiento.
  - Recomendaciones UNESA.
- Instalaciones de alumbrado:
  - Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.
  - Corrección de errores del Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.
  - Directiva 2004/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 sobre requisitos mínimos de seguridad para túneles de la red transeuropea de carreteras.
  - Orden circular 36/2015 sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles. Ministerio de Fomento. Madrid.
  - UNE-CR 14380:2007 IN Aplicaciones de iluminación. Alumbrado de túneles.
  - CIE 88: 2004 Guía para alumbrado de túneles de carretera y pasos inferiores
  - Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. R.D. 842/2002 e Instrucciones Técnicas Complementarias.
  - Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07. Aprobado por Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre.
  - Norma UNE-EN_12464-1 Iluminación de los lugares de trabajo en interiores.
  - CIE 189:2010 Criterios de calidad de los cálculos de iluminación de túneles.
  - Especificaciones Técnicas de Instalaciones EIT de Madrid Calle 30.
- Instalaciones de ventilación:
  - Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.

- Road Tunnels: Vehicle Emissions and Air Demand for Ventilation. PIARC Technical Committee on Road Tunnels Operation (2019).
- Dossier Pilote des Tunnels: Ventilation. CETU. (Centre d'Estudes des Tunnels). Año 2.003.
- Documento sobre Consideraciones al sistema de ventilación CMM_M30_VEN_01, versión 0, del 11 de enero de 2004. Autor: CEMIN.
- Documento sobre Consideraciones al sistema de ventilación CMM_M30_CON_04, versión: 01, del 20 de noviembre de 2006. Autor: CEMIM.
- "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Estaciones de Filtración 2.0"
- "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Ventiladores 3.1"
- "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Cuartos Técnicos 2.0".
- Directiva 2004/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, sobre requisitos mínimos de seguridad para túneles de la red transeuropea de carreteras.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 (B.O.E. suplemento del nº 242 de fecha miércoles 18 de septiembre de 2002 y Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto).
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Documento Básico HS de salubridad del Código Técnico de la Edificación, aprobado según R.D. 314/2006 de fecha 17 de marzo y modificaciones de octubre de 2007 (en adelante CTE-DB-HS-03).

- Instalaciones de protección contra incendios:
  - Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.
  - Directiva 2004/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, sobre requisitos mínimos de seguridad para túneles de la red transeuropea de carreteras.
  - "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Protección Contra Incendio en Cuartos Técnicos" enero 2020.
  - "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Protección Contra Incendio en Túnel" enero 2020.
  - Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 (B.O.E. suplemento del n º 242 de fecha miércoles 18 de septiembre de 2002 y Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto).
  - Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
  - Normas UNE de obligado cumplimiento.
  - Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.
  - Corrección de errores del Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.
  - Documento Básico SI de Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de la Edificación, aprobado según R.D. 314/2006 de fecha 17 de marzo y modificaciones de octubre de 2007 (en adelante CTE-DB-SI-06)
  - Reglas Técnicas del Centro Nacional de Prevención de Daños y Pérdidas, UNESPA-CEPREVEN.
  - Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales, aprobado según R.D. 2267/04 de fecha 3 de diciembre (en adelante RSCI-EI-04)
  - Fire and Smoke Control in Road Tunnels. PIARC Technical Committee on Road Tunnels Operations (C5). Año 1.999.11.3.
  - Design Manual for roads and bridges part 9 BD 78/99 Design of road tunnels. Great Britain. Highways Agency.
- Instalaciones especiales:
  - Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.
  - Corrección de errores del Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.
  - Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios
  - "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Sistema de Detección Lineal Rev. 4"
  - Directiva 2004/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, sobre requisitos mínimos de seguridad para túneles de la red transeuropea de carreteras.
  - Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 (B.O.E. suplemento del nº 242 de fecha miércoles 18 de septiembre de 2002 y Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto).
  - Reglas Técnicas del Centro Nacional de Prevención de Daños y Pérdidas, UNESPA-CEPREVEN.
  - Normas UNE de obligado cumplimiento.
  - Documento Básico SI de Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de la Edificación, aprobado según R.D. 314/2006 de fecha 17 de marzo y modificaciones de octubre de 2007 (en adelante CTE-DB-SI-06).
  - Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales, aprobado según R.D. 2267/04 de fecha 3 de diciembre (en adelante RSCI-EI-04)
  - RT3-DET: Regla Técnica para instalaciones de Detección Automática de Incendios
  - Normas para Cableado e Infraestructura de Telecomunicaciones: UNE20427, 20431, 20432, 21123, 21022, UNE 21602, UNE 20648, UNE 20702, UNE 703, UNE EN 187000, IEEE383, IEC754
  - Normas para electrónica de telecontrol: DIN41612C, UNE20324 78IR, CEI68-2-67, CEI68-2-27, CEI68-2-29, CEI68-T2 1,2 30, CEI801, VDE0871.B
  - Comité Técnico de Normalización CTN 135.

- Design Manual for roads and bridges part 9 BD 78/99 Design of road tunnels. Great Britain. Highways Agency.
- Anexe N° 2 à la Circulaire Interministérielle N° 2000- 63 DU 25 août 2000 relative à la sécurité dans les tunnels du réseau routier national. Ministere de l'interieur.
- NFPA 502: Standard for road tunnels, bridges, and other limited access highways.
- Especificaciones técnicas de los "Sistemas de ayuda y transmisión de datos mediante Postes S.O.S." de la Dirección General de Tráfico.
- "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Sistema CCTV 4.0"
- "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Detección Automática de Incidentes 4.0"
- Normas CCTV: UNE20324.7, UNE20501.83, UNE-EN 50132, DIN50021, CCIR y CEI citadas para electrónica de telecontrol.
- "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Sistema de Megafonía 4.0"
- Norma EN-54: Sistema de Detección y Alarma de Incendios, en particular los capítulos EN-54-4 Equipos de suministro de alimentación, EN54-16 Control de alarma por voz y equipos indicadores y EN 54-24 Componentes de los sistemas por voz. Altavoces.
- UNE 20-324-78 1R. Clasificación de los grados de protección proporcionados por los envolventes.
- UNE 20-502. Equipos para sistemas electroacústicos.
- "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Paneles de Mensajes Variables 4.0"
- "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Equipamiento en Accesos a Túneles 4.0"
- "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Criterio Ubicación de Equipos 1.0"
- "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Sistema de Detección de Condiciones Atmosféricas 4.0"
- Road Tunnels: Vehicle Emissions and Air Demand for Ventilation. PIARC Technical Committee on Road Tunnels Operation (C5).Año 2.004.
- Dossier Pilote des Tunnels: Ventilation. CETU. (Centre d'Estudes des Tunnels).Año 2.003.
- Documento sobre Consideraciones al sistema de ventilación CMM_M30_VEN_01, versión 0, de enero de 2004. Autor: CEMIN.
- Documento sobre Consideraciones al sistema de ventilación CMM_M30_VEN_04, versión: 01, del 20 de noviembre de 2006. Autor: CEMIM.
- "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Estación de Toma de Datos 4.0"
- UNE 135421-1, referente a los requisitos eléctricos y de seguridad.
- UNE 135421-3, referente a los requisitos funcionales y protocolos aplicativos.
- PNE 135421-2, referente a la Compatibilidad Electromagnética.
- UNE 135421-4:2007 Equipamiento para la señalización vial. Estaciones de toma de datos. Parte 4-1: Métodos de prueba y ensayo. Datos instantáneos.
- PNE 199031-3-2 norma funcional y protocolos aplicativos de ETDs. Ampliación. Clasificación VxL.
- PNE 199031-4-2 Propuesta de norma de métodos de prueba y ensayos de ETDs.
- "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Sistema de Radiocomunicaciones 4.0"
- "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Cableado 4.0"
- "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Sistema de Transmisión de Datos 4.0"
- "Especificaciones de las Instalaciones de los Túneles de la M-30" "Estaciones Remotas 4.0"

- Estructuras:
  - Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-2011)
    - Norma de Construcción Sismorresistente para puentes (NCSP-2007)
  - Instrucción de hormigón estructural (EHE-2008)
  - Guía de cimentaciones en obras de carretera (2002) del Ministerio de Fomento.
  - Eurocódigo UNE-ENV 1992: EC2- Estructuras de Hormigón
- Integración ambiental:
  - Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
  - Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
  - Ley Autonómica 9/2015, de 28/12/2015, Artículo 16 de la Ley 9/2015, de Medidas Fiscales y Administrativas. Modificación parcial de la Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid (BOCM nº 311, de 31/12/2015).
  - Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente Urbano (BO. Ayuntamiento de Madrid 05/12/1985 núm. 4636) y modificaciones posteriores (BO. Ayuntamiento de Madrid 15/11/2001)
  - Real Decreto 100/2011, de 28 de enero de 2011, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
  - Ley Autonómica 3/2015, de 18/12/2015, de modificación de la Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid. (BOCM nº 308, de 28/12/2015)
  - Ley Autonómica 8/2005, de 26/12/2005, de Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid. (BOCM nº 312, de 31/12/2005)
  - Plan /2019, de Infraestructura Verde y Biodiversidad. (BOCM nº 2, de 03/01/2019)
  - Planes Directores de Zonas Verdes y Arbolado Viario de los distritos.

- Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre de 2018, por la que se modifica el anexo II del Real Decreto 1513/2018, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación del ruido ambiental.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas
- Acuerdo Municipal /2018, delimitación de áreas acústicas. (BOCM nº 298, de 14/12/2018)
- Ordenanza Municipal /2011, de protección contra la contaminación acústica y térmica. (BOCM nº 61, de 14/03/2011)
- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- Acuerdo de 30 de marzo de 2021 del Pleno del Ayuntamiento de Madrid por el que se aprueba la Ordenanza 4/2021, de 30 de marzo, de Calidad del Aire y Sostenibilidad. (BOAM núm. 8.868, de 16/04/2021)
- Resolución de 6 de febrero de 2019, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se declaran zonas sensibles en las cuencas intercomunitarias, publicada en el BOE el miércoles 20 de febrero de 2019 con número 44.
- Ordenanza Municipal /2006, de Gestión y Uso Eficiente del Agua. (BOCM nº 146, de 21/06/2006)
- Ley Autonómica 3/2013, de 18/06/2013, de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid. (BOCM nº 114, de 19/06/2013)
- Real Decreto 646/2020, de 07/07/2020, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. (BOE nº 187, de 08/07/2020)
- Orden PRA/1080/2017, de 02 de noviembre de 2017, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Resolución /2019, de 04/01/2019, se da publicidad a la aprobación de la Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid 2017-2024, conforme a lo establecido en el apartado segundo del artículo 26 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental. (BOCM nº 14, de 17/01/2019)
- Orden 2726/2009, de 16 de julio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid. (BOCM de 07/08/2009)
- Acuerdo Municipal /2019, se aprueba definitivamente la “Estrategia de Residuos de la Ciudad de Madrid 2018-2022”. (BOCM nº 128, de 31/05/2019).

- **Urbanización:**
  - General:
    - Pliego de Prescripciones Técnicas Generales del Ayuntamiento de Madrid.
    - Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.
    - Ordenanza de diseño y gestión de obras en la Vía Pública.
    - Instrucción para el Diseño de la Vía Pública del Ayuntamiento de Madrid.
    - Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes PG-3.
    - Manual de diseño de infraestructura ciclista de Madrid.
  - Jardinería y Riego
    - Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid.
    - Norma para redes de Reutilización (Canal Isabel II)
    - Criterios para una jardinería sostenible en la ciudad de Madrid.
  - Accesibilidad
    - Manual de Accesibilidad para Espacios Púbicos urbanizados del Ayuntamiento de Madrid. Ayuntamiento de Madrid.
    - Orden VIV/561/2010, de 1 de febrero, por el que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados.
    - CTE-DB-SUA Seguridad de Utilización y Accesibilidad.
    - Ordenanza sobre Supresión de Barreras Arquitectónicas en las Vías Públicas.
- **Señalización y semaforización:**
  - Norma 8.1 – IC de Señalización Vertical
  - Norma 8.2 - IC de Marcas Viales
- **Mobiliario Urbano:**
  - Ordenanza General sobre Mobiliario Urbano.
- **Seguridad y Salud:**
  - Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. del 10-11-95). Modificaciones en la Ley 50/1998, de 30 de diciembre. Modificación 29 de diciembre de 2014.
  - Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, B.O.E. 25-10-97).
- **Accesibilidad:**
  - Ley 8/1993, de 22 de junio, de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas (en adelante Ley 8/1993), tiene por objeto garantizar la accesibilidad y el uso de los bienes y servicios a todas aquellas personas con discapacidad física, sensorial o intelectual.
  - CTE-DB-SUA Seguridad de Utilización y Accesibilidad, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 28-marzo-2006) y posteriormente modificado por las siguientes disposiciones legislativas: Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre (BOE 23-octubre-2007). Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo (BOE 25-enero-2008). Orden

VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-abril-2009). Corrección de errores y erratas de la orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-septiembre-2009). Real Decreto 173/2010 de 19 de febrero (BOE 11-marzo-2010). Sentencia del TS de 4/5/2010 (BOE 30/7/2010). RD 732/2019 de 20 de diciembre (BOE 27-diciembre-2019).

- Decreto 13/2007, de 15 de marzo, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento técnico de Desarrollo en materia de promoción de la accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas.
- Orden VIV/561/2010, de 1 de febrero, por el que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados.
- Instrucción 1/2018 relativa al Estudio de Accesibilidad que ha de acompañar a los proyectos municipales de intervención sobre el espacio público, al objeto de verificar el cumplimiento de las exigencias en materia de promoción de la accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas. Resolución de 25 de enero de 2018 del Coordinador General de Planeamiento, Desarrollo Urbano y Movilidad. BOAM nº8088 (07/02/2018).
- Manual de Accesibilidad para Espacios Púbicos urbanizados del Ayuntamiento de Madrid. Ayuntamiento de Madrid. Área de Gobierno de Desarrollo Urbano Sostenible. Dirección General del Espacio Urbano, Obras e Infraestructuras. Versión julio 2016.
- Manual de Diseño de Infraestructura Ciclista en Madrid, versión revisada en 2021.

6 ÍNDICE DE LOS DOCUMENTOS DE LA FASE 6

Los Documentos incluidos en la presente Fase 6 son los siguientes:

- DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS.
  - Memoria.
  - Anejos.
    - Anejos del Lote 1:
      1. Antecedentes.
      2. Cartografía y topografía.
      3. Climatología e hidrología.
      4. Planeamiento.
      5. Análisis de la afección a edificaciones.
      6. Estudio de movilidad.
      7. Geología, geotecnia, procedencia de materiales y sismicidad.
      8. Trazado geométrico y movimiento de tierras.
      9. Firmes y pavimentos.
      10. Drenaje.
      11. Estructuras y obra civil del túnel.
      12. Instalaciones.
      13. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras.
      14. Señalización, balizamiento y defensas.
      15. Integración ambiental.
      16. Servicios afectados.
      17. Ocupación territorial y afecciones del Proyecto.
      18. Gestión de residuos.
      19. Uso de energías renovables.
      20. Modelo BIM.
      21. Control de calidad.
      22. Justificación de precios.
      23. Clasificación del contratista.
      24. Plan de obra.
    - Anejos del Lote 2:
      1. Antecedentes.
      2. Cartografía y topografía.
      3. Climatología e hidrología.
      4. Planeamiento.
      5. Análisis de la afección a edificaciones.
      6. Estudio de movilidad.
      7. Geología, geotecnia, procedencia de materiales y sismicidad.
      8. Trazado geométrico y movimiento de tierras.
      9. Firmes y pavimentos.

10. Drenaje.
11. Estructuras y obra civil del túnel.
12. Instalaciones.
13. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras.
14. Señalización, balizamiento y defensas.
15. Integración ambiental.
16. Servicios afectados.
17. Ocupación territorial y afecciones del Proyecto.
18. Gestión de residuos.
19. Uso de energías renovables.
20. Modelo BIM.
21. Control de calidad.
22. Justificación de precios.
23. Clasificación del contratista.
24. Plan de obra.

- Anejos del Lote 3:

1. Antecedentes.
2. Cartografía y topografía.
3. Climatología e hidrología.
4. Planeamiento.
5. Estudio de movilidad.
6. Geología, geotecnia, procedencia de materiales y sismicidad.
7. Estructuras.
8. Trazado geométrico y movimiento de tierras.
9. Firmes y pavimentos.
10. Drenaje.
11. Alumbrado.
12. Jardinería y riego.
13. Señalización, balizamiento y defensas.
14. Plan de control de la erosión.
15. Integración ambiental.
16. Gestión de residuos.
17. Ocupación territorial y afecciones del Proyecto.
18. Uso de energías renovables.
19. Accesibilidad.
20. Modelo BIM.
21. Control de calidad.
22. Justificación de precios.
23. Clasificación del contratista.
24. Plan de obra.

- DOCUMENTO Nº 2: PLANOS.

- Planos del Lote 1:

1. Plano general de actuación.
2. Situación y emplazamiento.
3. Estado actual.
4. Planta general.
5. Perfil longitudinal.
6. Secciones tipo y secciones características.
7. Trazado.
8. Deconstrucción.
9. Drenaje.
10. Estructuras.
11. Instrumentación de edificaciones existentes.
12. Instalaciones del túnel.

13. Señalización y semaforización.
14. Movilidad y accesibilidad.
15. Servicios afectados.
16. Fases constructivas y desvíos de tráfico.
17. Integración ambiental.
18. Acabados de interiores.
19. Geotermia.

- **Planos del Lote 2:**

1. Plano general de actuación.
2. Situación y emplazamiento.
3. Estado actual.
4. Planta general.
5. Perfil longitudinal.
6. Secciones tipo y secciones características.
7. Trazado.
8. Deconstrucción.
9. Drenaje.
10. Estructuras.
11. Instrumentación de edificaciones existentes.
12. Instalaciones del túnel.
13. Señalización y semaforización.
14. Movilidad y accesibilidad.
15. Servicios afectados.
16. Fases constructivas y desvíos de tráfico.
17. Integración ambiental.
18. Acabados de interiores.
19. Geotermia.

5. **Planos del Lote 3:**

1. Situación y emplazamiento.
2. Estado actual.
3. Propuesta.
4. Definición geométrica y replanteo.
5. Demoliciones y fresado.
6. Firmes y pavimentos.
7. Accesibilidad.
8. Jardinería.
9. Riego.
10. Drenaje y saneamiento.
11. Alumbrado público.
12. Señalización.
13. Movilidad.
14. Sostenibilidad energética.
15. Mobiliario urbano.
16. Protección contra incendios.
17. Integración ambiental.
18. Carril bici.
19. Estructuras.

- **DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.**
- **DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO.**
- **DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

En Madrid septiembre del 2022

El I.C.C.P. Director del Proyecto	El I.C.C. Autor del Proyecto
Por el Excmo. Ayuntamiento de Madrid	Por Esteyco S.A.
Fdo. Pedro José Rodriguez Sánchez	Fdo.: Carlos García Acón

ANEJOS